

令和5年度みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち  
スマート農業の総合推進対策のうちデータ駆動型農業の実践・展開支援事業  
(スマートグリーンハウス展開推進)  
事業報告書(別冊2)

スマートグリーンハウス転換の手引き  
～導入のポイントと優良事例～

令和6年3月

一般社団法人日本施設園芸協会

## はじめに

各種データ(需要、環境、植物生育、作業、収量、販売等)を活用し、自動化や省力化も進め、生産性や収益性の向上を目指す施設園芸をスマートグリーンハウスと呼びます。

各種データの有効な活用のためには、データを正しく収集・蓄積し、経営向上に役立てるための分析が不可欠です。今後はデータの収集分析の手法やノウハウを整理し、既存のハウスを活用したスマートグリーンハウスへの転換が求められます。あわせて適正な投資のもとでの自動化や省力化と労働生産性の向上も不可欠となります。

本手引きでは、今後の転換への参考となるよう、本事業の専門委員会委員等による考察を現地調査に基づき行いました。またスマートグリーンハウスへの転換優良事例を全国 10 箇所について紹介し、それぞれの経営概要、データ活用の手法、データ利用状況等について取りまとめました。事例には、スマートグリーンハウス AWARD2023 の受賞者や、スマートグリーンハウスシンポジウムの講演における先進的な取り組み内容についても取り上げました。さらに、全国に 10 拠点が整備され、生産開始から早い箇所でも 10 年が経過する次世代施設園芸拠点について、生産・出荷面、生産管理・作業管理面、環境制御・エネルギー管理面での改善内容、データ活用の手法等を、本年度に調査を行った 9 拠点について取りまとめました。スマートグリーンハウスへの転換推進の参考情報として、本手引きをご活用ください。

本手引きは、下記の専門家による調査、指導のもとに作成されました。

農研機構野菜花き研究部門 研究推進部長 東出 忠桐氏

(スマートグリーンハウス検討専門委員会 委員長)

オイシックス・ラ・大地(株)戦略調達セクション ファウンダー 阪下 利久氏

(スマートグリーンハウス検討専門委員会 委員)

東海大学名誉教授 林 真紀夫氏

(スマートグリーンハウス検討専門委員会 委員)

農研機構 本部 みどり戦略・スマート農業推進室 兼務

企画戦略本部 農業経営戦略部 営農支援ユニット 上級研究員 田口 光弘氏

(スマートグリーンハウス検討専門委員会 委員)

大阪公立大学大学院現代システム科学研究科 教授 大山 克己氏

(専門委員)

(株)三菱総合研究所 地域・コミュニティ事業本部 主任研究員 水野 友美氏

(専門委員)

## 目次

はじめに	1
1. スマートグリーンハウス導入のポイントと展開への考察	3
1.1 スマートグリーンハウスの基本	4
1.2 スマートグリーンハウスの販売力向上の取り組みについて	9
1.3 スマートグリーンハウスにおける作業データの活用について	14
1.4 スマートグリーンハウスにおける高温対策	19
1.5 スマートグリーンハウスの展開推進における産地の体制づくり	32
2. スマートグリーンハウスへの転換優良事例	37
2.1 トマト周年養液栽培での生産管理の仕組み作りと寒冷地における省エネ対策	38
2.2 キュウリ周年養液栽培での統合環境制御装置の導入	45
2.3 現地研修を中心としたオープンコミュニティによるスタディクラブの運営	50
2.4 大規模イチゴ栽培での GLOBAL G.A.P. 取得と生産性向上の取り組み	54
2.5 光合成量と発達速度にもとづく夜温管理による計画出荷の精度向上	64
2.6 スマート農業実証事業等を活用した勉強会活動、収量予測と販売との連携の取り組み	69
2.7 新規就農からの規模拡大と従業員参加による生産管理の取り組み	79
2.8 低コスト施設の建設と作業の簡易化や情報共有体制による生産性向上	89
2.9 地域が一体となったデータ駆動型事業を活用した取組み	94
2.10 養液栽培導入による規模拡大と施設設備・作業環境整備	101
3. 最近の次世代施設園芸拠点の概要と改善点	112
3.1 次世代施設園芸北海道拠点	113
3.2 次世代施設園芸宮城県拠点	117
3.3 次世代施設園芸埼玉県拠点	120
3.4 次世代施設園芸静岡県拠点	124
3.5 次世代施設園芸富山県拠点	128
3.6 次世代施設園芸愛知県拠点	133
3.7 次世代施設園芸兵庫県拠点	137
3.8 次世代施設園芸高知県拠点	141
3.9 次世代施設園芸宮崎県拠点	144

## 1. スマートグリーンハウス導入のポイントと展開への考察

## 1.1 スマートグリーンハウスの基本

農研機構 野菜花き研究部門 東出 忠桐

### はじめに —スマートグリーンハウスとは—

近年、異常気象が多発したり、エネルギーや各種資源が高騰したり、入手困難となったり等、予期せぬ問題が施設園芸に降りかかる。また、後継者の不在や労働力の不足から産地の存続が危ぶまれたり、物流の 2024 年問題が差し迫ったり等、継続中の数々の問題もある。これらの問題に対し、多くの施設園芸関係者は、経験と勘だけで対応するのは難しいと感じているところである。そこで期待されているのが、スマートグリーンハウスである。「経験と勘」を「データ(数値)と科学技術」に置き換えることで、長年かかった技術取得を短縮し、さらに高いレベルに応用できる可能性を持つ。

本事業では、スマートグリーンハウスの定義を、「各種データ(需要、環境、植物生育、作業、収量、販売等)を活用し、自動化や省力化も進め、生産性や収益性の向上を目指す施設園芸」としている。データを得るためにはセンサ等の計測設備が必要であり、必然的にこれらを備えた施設がスマートグリーンハウスとなる。センサ、その他の記録や調査から得られたデータと、生育や経営にあらわれる結果について、因果関係を解析・利用することがスマートハウスの目標となる。

### (1) 活用するデータの種類

施設園芸で利用するデータには、環境データ、機器データ、生育データ、栽培管理データ、作業・労務データ、経営・経済データがあり、多種多様である。環境データとしては、温室内外の環境条件、すなわち、温度、湿度、CO<sub>2</sub>濃度、光等があり、機器データとしては、各機器の設定・作動状況、換気窓や暖房機の設定温度、細霧稼働湿度、換気窓やカーテンの開度、暖房機の ON/OFF 等の作動時刻等がある。生育データとしては、葉数、着果数、伸長量、収量等があり、栽培管理データとしては農薬散布、肥料や資材の利用記録が相当する。作業・労務データとしては、作業の進捗状況、勤務開始終了時刻、作業工程(整枝、誘引、収穫等)に対して何人が何時間かかったか等がある。これらのデータは、資材費、労働コストおよびエネルギーコスト等の支出に関係し、販売量、生産物単価、売り上げのような収入に関するデータと合わせて経営・経済データとなる。

これらのデータのうち、スマートグリーンハウスにおいて最も関心が高いと思われるのが環境データである。主な環境データとしては、光、CO<sub>2</sub>濃度、温度、湿度がある。作物の光合成に好適な環境を与えることや生育をコントロールすることが環境制御によって可能となる(Higashide, 2022)。表 1 に環境データを利用するための要素ごとの特徴や作物への影響を記載する。環境制御によって作物をコントロールできることは、稲作や露地栽培のような他の農業に比べ、極めて有利な点である。

表1. 環境要素ごとの生育への影響と活用のポイント(東出, 2023 より作表)

要素	ポイント
光	作物の収量に直結する最も重要な要素。天候に大きく左右され、日により季節により増減が大きい。日積算日射が 20MJ/m <sup>2</sup> 以上となる晴天日もあれば、その 1/10 以下となる雨天日もあり、太陽光を制御することは難しい。作物にいかに多くの光を吸収させるかがポイントである。遮光カーテンによって光を制御する場合には、外部日射が一定以上の場合のみ利用し、外部日射が低下したらカーテンを開放すべきである。作物に到達する光の減少を最小限にすることが重要である。作物による光吸収を増やすには、作物の葉面積を適正(少なすぎず多すぎず)に管理することも重要である。
CO <sub>2</sub>	光の次に収量への影響が大きい要素。昼間の施設内では、作物による光合成によって CO <sub>2</sub> が消費されるため CO <sub>2</sub> 濃度は低下する。CO <sub>2</sub> 施用する場合、CO <sub>2</sub> 濃度をセンサで常時、計測し、設定値以下になった場合に供給して不足分を補う。冬季のように換気窓が閉まっている状態では内部の CO <sub>2</sub> 濃度だけを考慮して CO <sub>2</sub> 施用機を制御すればよい。一方、換気窓を利用する時期には、外部への CO <sub>2</sub> 流出を考慮する必要がある。窓開度や稼働頻度に応じて設定濃度を変更して効率的に CO <sub>2</sub> を施用する。
温度	温度は、適正範囲であれば作物の収量にはあまり影響しない。トマトの場合、我が国で商業的な生産が可能な温度範囲は日平均気温で 18~26℃である。温度管理としては、まず、日平均気温を目安に考え、最高気温や最低気温が多少、増減しても神経質になる必要はない。温度制御の主役は換気窓である。換気窓でコントロールできない場合に暖房機やヒートポンプによって温度制御を行う。通常、暖房機、ヒートポンプおよび保温カーテンは換気窓を閉めた状態のときのみ稼働させる。温度制御により作物の生育スピードがコントロール可能である。葉の展開を温度制御により促進させて受光量を増やせば、間接的に収量増加を狙うことができる。生育スピードのコントロールには高度な知識と技術が必要であるが、この技術を駆使すれば、栽培管理や経営の大きな武器となる。
湿度	園芸施設では、昼間は低湿度、夜間は高湿度となることが多い。昼間に低湿度となるのは、日射によって施設内の気温が外気よりも高くなりやすく、それを換気窓で調節するためである。昼間には、相対湿度が 30%以下となる場合も頻繁に起こり、作物が萎れる場合もある。湿度センサにより連続的に計測を行い、設定以下になったときに細霧システムを利用することで湿度を制御することができる。最近では、飽差を目安として湿度制御を行う場合も多い。相対湿度であっても飽差であっても、作物ごとに適正範囲を理解し、その範囲になるように制御する。しかしながら、作物の生育や収量に対する湿度、飽差の影響については、十分に定量化されているとはいえない。現時点では、相対湿度や飽差をどう管理したら収量にどう反映されるかを把握することは難しく、湿度制御の効果が必ずしもみられるわけではない(東出ら, 2022)。

## (2) データ活用の流れ

データ活用は、まず、①データを収集してみえる化すること、次に②データどうしを比較すること、さらに可能であれば、③データとデータを紐づけすること、最後に④これらを栽培管理や経営に反映すること、の4つのステップで行うのが一般的である。

①データ収集とみえる化として、環境データについては、多くのモニタリング装置や環境制御装置で自動計測され、パソコンやスマホでみえる化されている。数年もすれば大量のデータが手元に集まるが、現状では有効に利用するのは簡単でない。そこで、②データを比較して、どこに特徴があるか何かに利用できるのか等、を考える必要がある。

②データの比較では、自分の施設の環境データ等を他者のデータと比較することで、栽培管理や環境設定の違いを発見する。データの比較にはデータ共有が必要であり、自分のデータを提供し、他者のデータを閲覧する。これには、相手が必要であるため産地内や生産者間で連携する。連携の形には様々あり、生産者、営農指導員あるいは普及員がキーパーソンとなりスタディクラブを形成する場合、産地の生産者部会が県やJAや民間企業を含めて連携する場合、先進的な生産者が地域を超えてネットワークを形成する場合等がある。データの共有には、同一のモニタリング

装置を利用するのが、現状では一般的である。しかし、機器間でのデータ連携が進められており、将来的には異なるメーカーの機器でもデータ共有が可能になるとみられる(農研機構, 2022)。

このようなデータ比較の目的は、③データ間の紐づけにある。気温と障害の発生との関係や、CO<sub>2</sub>濃度と収量および生育と間との関係が紐づけられていれば、その後の栽培管理等に利用できる。環境制御データと生育データの紐づけは個々の経営レベルでは難しい点も多い。そのため、産地内や複数の生産者間で対応するのが一般的である。しかしながら、科学的に紐づけされている現象は明確でなく、試行錯誤でデータ活用がなされているのが現状である。

データ活用の最終目的は、④データを栽培管理や経営に反映することである。このとき重要なのが、データ取得から栽培管理等に反映するまでの時間である。この時間が長いと大量にデータが蓄積されるばかりで、有効活用が難しくなる。現状は、環境モニタリングはやっているものの、栽培管理や経営に活かされていないことが多い。データが貯まれば貯まるほど、整理や解析に時間がかかり、ますます活用できない、といった悪循環に陥る場合は多い。先に述べたように、現状では環境データと生育データの科学的な紐づけは不十分であり、試行的に栽培管理に反映させてみる人が多いと思われる。データをうまく素早く活用するには、まだまだ工夫が必要であると思われる。

### (3) 先進事例にみるデータ活用のポイント

上記のデータ活用のステップ②～④ごとに、先進事例からみたポイントを紹介する。②データ比較を行うための枠組みとして、まず、スタディクラブがあげられる、宮崎県のラプター会は、キュウリ生産者によるスタディクラブである。会員間でデータを比較して、環境制御によるキュウリの収量向上に対し、試行錯誤で成果を上げてきたスタディクラブの先駆者である。群馬県の節なり会もキュウリのスタディクラブである。環境データや出荷量を共有、比較しつつ、LINEのアンケート機能により樹姿を見る目を養う。JA西三河きゅうり部会においても、選果機のデータを部会や個人の生産者に還元し、環境データを部会内でデータ共有して利用する。福岡県のJAみなみ筑後瀬高なす部会では、生産者部会が県、JA、民間企業と連携する。環境データを共有するあぐりログ研究会を設けるだけにとどまらず、労務管理アプリ、出荷予測、LAI計測その他の先進的な取り組みが行われている。以上は産地における取り組みであり、たくさんの生産者間でデータを比較できるメリットがある。一方、産地でなくても、データを比較検討している生産者も多い。岩手県のいわて若江農園では、社員によるきめ細やかな生育調査とPCによる解析管理が植物管理の向上につながる。週1回、社員らと地域の普及員による勉強会を開催し、技術向上に結び付ける。また、スマートグリーンハウス AWARD2023 優秀賞を受賞した高知県のせんとうふあーむは、中山間部に分散した施設でUECSによる環境制御システムによる低コスト化を図りつつ、ナスを生産する。近隣のナス生産者の分ち合ふ農園らとデータ比較を行いつつ、規模拡大を進めている。

③データ間の紐づけの事例として、ラプター会の山ノ上農園では、光合成量のリアルタイム把握に取り組んでおり、収量との相関解析や基底温度等、難解な概念も利用して栽培改善に臨んでいる。節なり会では、環境データや出荷量の共有だけでなく、技術レベルの高い生産者を交えて、月1～2回の現地研修を実施し、互いに意見を言い合い、褒められる関係が、技術向上につながっている。JA西三河きゅうり部会では、販売面についてはJAが担っており、部会の生産者は栽培技術の向上に専念できる体制が個々の生産者の収量アップにつながる。同部会では施設園芸向けのスマート農業技術のほとんどすべての技術やサービスを試験導入しており、データ間の紐づけに取り組んでいるところである。JAみなみ筑後瀬高なす部会では、環境制御データに加え、専門書

(中野ら, 2020)を活用して、従来の環境制御の迷信から脱却しており、短期間で収量向上を達成している。

④データの栽培管理や経営への反映の事例として、JA 西三河きゅうり部会では、選果機の画像から曲がり等を検出し、統計的データとして利用し、それぞれの生産者の品質向上につなげている。しかしながら、全国的にみれば、データの栽培管理や経営への反映には、まだまだ試行錯誤が多い。節なり会では、促成+抑制の作型で 10a 当たり 40t を出荷する高いレベルの生産者が複数存在する。20~30 歳代の新規就農が年に 2~3 名あるが、就農から数年でベテランよりも高い収量を達成する就農者がいる。このことから、経験年数が短くても、データ活用が優れていれば、短期間に技術向上が可能だといえる。

上記で取り上げた事例においては、いずれも指導者の役割が大きいのがポイントになる。指導者としては、産地内の先進的な生産者が担うことが多い(ラプター会、JA 西三河きゅうり部会、JA みなみ筑後瀬高なす部会、いわて若江農園、せんとうふあーむ、分ち合ふ農園)。一方、節なり会では、近隣のベテラン生産者を指導者として招いている。また、地域の普及センターや JA の技術指導やサポートが大きいことが多いのもポイントの1つである(ラプター会、節なり会、JA 西三河きゅうり部会、JA みなみ筑後瀬高なす部会、いわて若江農園)。さらに、上記事例の指導者は、いずれも、従来の経験重視の観点ではなく、工学的な視点でデータ活用に取り組んでいる。事例であげた指導者には、工学や ICT 等の異分野から施設園芸に参入しているものも多いが、生産者であっても工学的視点を持つものも多い。このような姿勢がデータ活用の成功の秘訣であると思われる。また、成功事例に共通する視点としては、社員・従業員を尊重する視点があげられる。データを用いた労務管理による効率化に取り組むだけでなく、コミュニケーションの充実、休暇の増加等、今後の雇用経営において重要となる取り組みが検討・実行されている。

#### (4) データ活用の問題点と課題

データ活用の問題点の1つに、生育データの収集がある。生育データは、手作業によって作物を調査し、記録し、パソコン等へ入力しなければならない。一方、現状では環境データと生育データが必ずしも紐づけされていない。このため、せっかく生育データを集めてもうまく活用できない場合も多い。経営者としては、生育調査を行うことが、手間や人件費に見合う価値があるか、を判断しなければならない。最初は期待して生育調査に励んでいたが、そのうちに調査自体をやめる場合も多い。先の事例においても、生育データの取得については、メンバー全員に理解してもらうのは難しいようである。

また、生育データの取得は手作業で行うこともあり、調査結果の取りまとめと反映までに時間を要する。調査から取りまとめまでに時間が空きすぎると、そのデータが何に影響したかを解明するのは難しくなる。そのうち、データが活用されなくなり、生育データの取得を止めてしまうことも多い。

このような問題点を解決するには、生育データの取得の自動化およびデータ間の紐づけの高度化が必要である。前者については、葉面積等の生育データを画像から取得する取り組みが複数取り組まれている。後者については、環境を入力すると生育をシミュレーションできる生育予測ツールが開発されており、まもなくサービス化されると思われる。これらのスマート技術が、わが国の施設園芸をますます発展させるものと期待する。



Higashide, T. 2022. Review of dry matter production and growth modelling for yield improvement of greenhouse tomatoes. Hort. J. 91:247-266. <https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-R019>

東出忠桐・小田 篤・安 東赫・後藤一郎・藤尾拓也・鶴生川雅己・相山幹司・山崎浩実. 2022. 環境制御下のキュウリの短期栽培における収量に対する気象要素の影響. 園学研. 21(1), 17-25.

東出忠桐. 2023. スマートグリーンハウスの基本. 令和4年度スマートグリーンハウス展開推進事業報告書(別冊2) スマートグリーンハウス転換の手引き 7-11. 一般社団法人日本施設園芸協会

中野明正・東出忠桐・松田怜. 2020. エペ・フューヴェリンク著 Tomatoes 2nd Edition トマト 100 トンドリの新技術と理論—低投入多収をめざして—. 農文協.

農研機構. 2022. 農機 OpenAPI(施設園芸機器\_環境データ編) (1.0.1)  
[https://www.naro.affrc.go.jp/org/brain/iam/API/yaml/spec\\_wg3\\_swagger.html](https://www.naro.affrc.go.jp/org/brain/iam/API/yaml/spec_wg3_swagger.html)

## 1.2 スマートグリーンハウスの販売力向上の取り組みについて

～2023年スマートグリーンハウス全国事例調査からわかったこと～

オイシックス・ラ・大地株式会社 阪下 利久

### はじめに

本年度はスマートグリーンハウスのうち、とくに次世代施設園芸拠点のその後の販売力向上の取り組みについて調査することができた。スマートグリーンハウスのみで構成される次世代拠点の強みは共通しており、「高品質・周年安定供給」が可能なことで、これは小売り側のニーズに合致しているため、市場を通さず、直接取引を行っている拠点多かった。さらにスマートグリーンハウス全体を見渡すと「高付加価値商品化と有利販売化」で収益を確保するケースが目立っている。これは光熱費や人件費といったコストの増大が顕著であり、収益確保への対応策になる。さらに社会問題化した「物流2024年危機」から輸送コストの上昇および到達日数の増加が顕著となり、地域内での販売に注力するケースが多くなってきた。もはや価格に見合う高品質さを求める消費者市場と高コストな生産環境に対応するためには、規格大量生産だけで農場が成り立つ時代ではないのだ。

こうした背景の中、調査した各次世代施設園芸拠点毎（北海道、静岡、愛知、兵庫、高知）に、収益力向上に向けた販売力向上の取り組みについて報告する。

### (1) 北海道拠点

北海道拠点は、稼働当初からショートケーキ用のイチゴを生産しており、単価は安定していた。冬春期に「よつぼし」をはじめとした新品種を栽培し、2作型としていた。

しかしながら、冬春作は以下の問題があった。

- ① 光熱費がかさみ、生産コストに合わないこと
- ② 競合産地と比較し、輸送コストがかかること

そこで北海道拠点では生産の重点を、安定したニーズがあり、単価が高く、競合産地の少ない夏秋イチゴにシフト（品種は「すずあかね」）させることにより、大きく収益力を向上させた。また選果装置を新しい機器に入れ替え、傷みを減少させつつ、効率も大きく向上させて対応した。こうした努力が顧客満足と収益力向上ひいては販売力向上につながっている。

### (2) 静岡県拠点

静岡県拠点は「アメーラ」ブランドのトマトを生産しており、従来から市場の評価が高く、高単価で取引されている。元来静岡平野で生産が始まり、その後夏秋作で冷涼な長野県の高原地帯へも進出、そして周年安定供給体制を確固とするために準高原地域の小山町、すなわち次世代園芸静岡県拠点へ進出した。併設した「苗テラス」による育苗と、低段密植方式を栽培の核として導入しており、その運用技術レベルは極めて高いことレベルなのが特徴である。この拠点は新しい技術を生かしながら、類まれな栽培技術力の向上力を有しており、結果として品質の高さを維持・向上させ、高い市場評価を得ているが、これは緻密な戦略があつてのことで、一朝一夕でキャッチアップできるものではない。静岡県拠点は、農場本体のブランド力と販売力があるため、複数拠点展開による周年高品質安定供給化により、ブランド維持力を果たしているのだ。

さらに2019年から欧州市場を狙い、徹底したマーケティング戦略を立て、輸出ではなく、スペインへ生産進出を果たし、現地市場で好評を得て高単価販売を達成している。その様子は以下の書籍に詳しいのでここでは割愛するが、日本であれ、欧州であれ徹底した市場調査からスタートし、卓越した高品質な商品で現地のスタッフとともにブランドを練り上げていく様子は、全ての農業者にとって素晴らしいお手本である。



図1 アメラトマトのブランド戦略をレポートした「世界で勝つブランドを作る」  
(岩崎邦彦著、日本経済新聞出版、2021年)

### (3) 愛知県拠点

愛知県拠点は農業総合支援企業・イノチオグループが運営する農場である。その背景から卓越した生産技術を有し、グローバル G.A.P.も取得するなど、流通側から見ても「選ばれるべき」優良な農場なのであったが、販売は当初から卸業者に任せる部分も多く、販売会社も設置していたものの、営業力がないため有力な販売先が見つからず、大量に在庫ロスが発生するなど、販売の苦戦が収益悪化に結びついていた。つまり、そもそも販売力がないことが問題であった。対応策としては、販売会社を生産会社である「イノチオみらい」に吸収し、生産側が販売に直接関与して、入念な市場調査と小売りとの直接的なコミュニケーションを図りながら、販売力を強化することにした。

結果として、この組織変更が功を奏し、大手スーパーA社との直接契約へ発展し、現在ではA社系列の中部地区の多くの店舗以上で販売を行うに至った。こうして、ようやく収益をプラスに転じることができた模様だ。

さらに愛知県拠点では、高付加価値化を目指し、機能性表示食品「野菜で元気 GABA」ミニトマトを開発して好評を得ている。こうした努力が実り、本年度はさまざまな部門で公的な表彰を受けるに至っている有力農場へと成長を遂げている。特徴のある商品を有することは、営業面で大きなプラスであり、中でも機能性食品は現代の有力な活路のひとつである。



図2 愛知拠点の機能性表示食品「野菜で元気 GABA」ミニトマト

#### (4) 兵庫県拠点

兵庫県拠点は山梨を拠点にして大手流通各社へと販路をもつ、サラダボウルグループの農場である。サラダボウルは東北から九州まで7つのスマートグリーンハウスを運営している有力なグループであり、これらの農場は栽培施設や栽培技術の標準化に取り組み、またソフト面は同じ経営理念と人的評価システムおよび G.A.P.を元に画一的な運営を行っており、相互で密接に情報交換を行っている。

販売については「天然水トマト」というブランドを冠して周年安定的に全国の大手スーパーで販売しており、基本的には地域内の農場が出荷を担当するが、商品が不足するときは兵庫拠点の生産物を関東で販売することもある。

つまり、形態としては食品メーカーと同様であり、流通側から見ればもっとも理想に近い農場グループが兵庫県拠点を有するサラダボウルグループと言え、棚を入れ替える必要がないのは小売りだけでなくむしろ農場にとってプラスである。なぜなら基本的に小売業の棚というのは「椅子取りゲーム」であるから、出荷物がないと、次に並んでいる他社が入ってしまうもので、この部分を理解していない生産者や関係者が多く、棚を維持しつづける仕組みがあるのは農場にとってもプラスなのである。



図3 サラダボウルの運営農場



図4 サラダボウルのブランド「天然水トマト」

#### (5) 高知県拠点

高知県拠点はカゴメ生鮮トマトの OEM 供給を行ってきた「四万十みはら菜園」、「ベストグロウ」と、地元独立資本の「四万十とまと」の3社・3農場からなり、近隣には県の農業担い手施設や、育苗施設である「四万十あおぞらファーム」も併設している。

まず、販売強化策として、四万十みはら菜園、ベストグロウは、カゴメ1社から、四国内外スーパーや仲卸など新たな取引先を増やしている。また品種は大玉やミニトマトまでニーズの高い品種を生産し今後も取引先との信頼関係を第一に、自ら販路を開拓し、自社商品展開を行う予定であるという。

一方、「四万十とまと」は、当初自社ブランド化を目指し、付加価値の高い高糖度トマトの生産を行っていたが、現在では大手外食 S 社のサラダ用のトマトとパプリカを生産している。S 社との取引は、食品安全面でのハードルは高いものの、単価や規格は非常に融通がきいた契約となっており、取り組むに値するものと思われる。次世代拠点の中でも宮城県拠点も大手外食 L 社との契約栽培であり、高品質大量生産向きのスマートグリーンハウスとの相性がよく、収益を改善するのによい事例である。



図5 高知県拠点の「KAGOME 高リコピントマト」

## まとめ

次世代拠点の販売力向上の取り組みについては、以下の特徴がみられた。

- ・高糖度高品質トマト生産による自社ブランド化
- ・トマトの機能性食品化
- ・大手外食・流通とのパートナーシップ

つまるところ、次世代拠点は、その生産量の多さ、生産性の高さによって市場を占拠するのではなく、むしろ高品質生産・高付加価値化販売に活路を見出すケースが目立っている。成功した次世代拠点はここ数年で大きな経営判断を行い、これからも次世代拠点は日本農業のひとつの有力なモデルとして、地域のお手本として成長を遂げていくものと思われる。

## 1.3 スマートグリーンハウスにおける作業データの活用について

### —株式会社いわて若江農園と絹島グラベルにおける取組—

農研機構 田口 光弘

#### はじめに

近年、作業データを簡易に収集する「営農管理システム」を利用する経営体が増えてきている。営農管理システムにより、作業別にどの程度時間がかかっているのかといった実態把握は以前よりも容易になった一方で、収集した作業データを経営管理の中でどのように活用したらよいのかといった意見も聞かれる。そのため、本稿では、収集した作業データを適宜集計・加工することで経営管理に活用している2つの先行事例を取り上げ、その取組内容を説明する。

第一の事例として、既存の市販されている営農管理システムでデータを収集し、それら収集したデータを独自に作成したエクセルのマクロを使って、経営判断に利用しやすいよう加工・利用している「株式会社いわて若江農園」を取り上げる。第二の事例としては、自ら営農管理システムを開発し、システムの市販も行っている「絹島グラベル」を取り上げる。

#### (1) 事例紹介: 株式会社いわて若江農園

##### 1) 経営概要と作業データの収集方法

株式会社いわて若江農園(以下、若江農園)は、岩手県盛岡市で70a(鉄骨ハウス、パイプハウス)の施設でトマト(大玉、ミニ)を栽培している。創業は2009年で、現在は役員2名、社員3名、パート従業員13名で運営されている。経営主は、就農前は自動車メーカーに勤務しており、その前職時代の経験も踏まえて、作業管理を行っている。

若江農園では、当初は紙媒体やGoogleフォームで作業データを収集していたが、2017年からアプリ「畑らく日記」で作業データを収集するようになった。データの入力項目は、①日にち、②作業者名、③ハウス名、④レーン番号、⑤作業名、⑥当該作業の開始時刻、⑦備考欄(収穫量などを記載)である。現在は、従業員全員がスマートフォンを所有していることから、各自スマホに当該アプリを入れてもらい、個人のスマホで入力している。なお、一日の中で作業が変わる際には、新たな作業名を選択し、アプリの「開始」ボタンのみ押す(終了は押さない)ことにしている。そして、休憩に入る時は「休憩」という作業を選択し、一日の最後に、「作業終了」という作業名を選択することで、一日の就業時間もあわせて把握可能となっている。

作業データを収集し始めた目的は、第一に、作業別・時期別の所要時間(必要人員数)を把握したいという考えからである。第二に、上記所要時間を算出する過程で、作業者別の作業速度(パフォーマンス)もあわせて把握することも目的としている。

##### 2) 収集した作業データの活用方策

###### 1. 作業計画の作成と作業進捗管理

若江農園では、収集した作業データを週単位(勤務日:月～土曜)で作業別に整理している。そして、そのデータをもとに、作毎の「定植時期」や「面積」に応じて、次作の必要人員数・作業時間数を週単位で計画している。これら計画された週単位の必要人員数・作業時間数に対して、作が開始されたら実際に出勤者調整を行っていくことになるが、若江農園では、毎月 25 日に翌月分のシフト希望が提出される。そして、出勤予定と作業量見込みをもとに、人員が不足しそうな場合には、個別にお願いして出勤日の調整を図っている。

日々の作業指示は、前日の夕方に、経営者と農場長で協議し、翌日の作業割振・指示をシステム(エクセルマクロ)上でやっている。これら日々の作業指示の記録は、人別に、エクセルのシートを分けて、自動的に記録されるようになっている。

作業進捗については、レーン単位で把握している。鉄骨ハウスでは、柱に番地を設定・記載しており、レーンの途中で作業が中断となった場合には、データ入力の⑦備考欄に番地を記載する。パイプハウスでは、番地を設定していないが、最後に作業したトマトに目印として札をかけておき、次に作業に入る人が一目で分かるようにしている。

作業が予定より遅れているか否かを一目で分かるように、システムの画面上を色で判別できるようにしている(図 1)。進捗状況は、「まだ予定時期ではない」「適期」「やや遅れ」「遅れ」の 4 段階に分かれ、「遅れ」は赤色で表示される。ここで、遅れなどの判定は、前回の作業日から何日経過したかで判定されており、葉かきや芽かきなど主要な管理作業は時期別に作業のインターバル日数をシステム上に設定し、そのインターバル日数より 3 日以上経過した場合には遅れと判定される。

こうした緻密な作業計画の作成と進捗管理は、作業遅れや、余剰の人員配置を回避するために必要であり、適切な人員数で適切に作業を進めることが、収量面および費用面で重要な要素と言える。

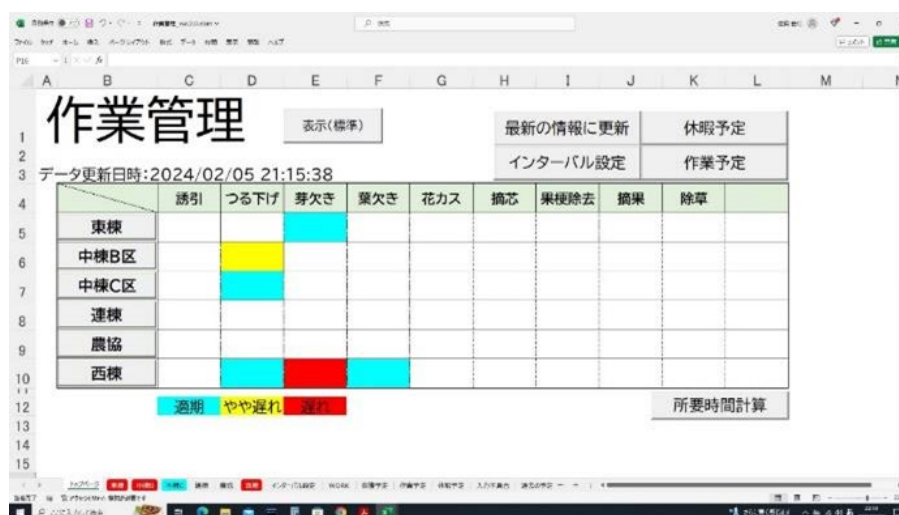


図 1 システム上における作業進捗状況の表示

## 2. 作業者別の作業速度の把握

作業速度は、管理作業については、鉄骨ハウスとパイプハウスとで、レーンの長さが異なることから、各レーンの栽植本数を入力し、「1 本当たり何秒かかったか(秒/本)」で算出している。



一方、収穫作業については、1分当たりの収穫量(kg/分)で算出している。なお、収穫については、個人別に速度を算出しておらず、例えば、3人で1時間、180kg収穫したとすると、収穫延べ時間は180分であることから、1kg/分として計算している。

こうして得られた作業速度データをもとに、作業別に目標速度を設定し、それを帳票に表示している(図2)。この目標値は、特に経験が浅い方にとっては、一つの作業目安となっている。目標値を設定している作業は主要な5作業(収穫、誘引、つる下ろし、わき芽かき、下葉かき)であり、ハウスの構造によって作業速度も変わることから、ハウス別に速度の目標値は変えている。

また、作業別の実績は、人事評価の指標の一つとしても使用している。若江農園では、こうした人事評価の結果は時給水準に反映させている。

日	収量実績 kg (1)	収量達成度 ○: ①>② ×: ①<②	収穫時間 実績 (3)	作業速度 kg/分 (1/3)	評価 ○: 目標達成 ×: 目標未達	作業者
1日(水)	97.8	×		1.0		

図2 目標作業速度が書かれた収穫管理表

## (2)事例紹介: 絹島グラベル(長嶋智久氏)

### 1) 経営概要と作業データの収集方法

絹島グラベルは、栃木県宇都宮市で57aのハウスで、トマトを中心に栽培を行っている。創業は2006年で、代表の長嶋氏と奥様、およびパート従業員4名で運営されている。

絹島グラベルでは、これまで市販されている営農管理システムを利用していたが、費用面がネックとなり利用を中止し、その後、手書きの帳票で作業記録を収集していた。しかしながら、その記録をパソコンに入力する時間が負担となったため、長嶋氏の前職であるパソコン販売事業の経験を活かし、長嶋氏自身で営農管理システムを作成することとした。

開発に着手して約1年後に、営農管理システムASHIGARUWAREを完成させ、現在、ASHIGARUWAREは設立した合同会社ノートク・バンガードデバイスにおいて販売している。ASHIGARUWAREはWebアプリであり、データの入力項目は、作業員別に自身のIDでログインし、①ハウス名、②作業名(図3)、③当該作業の開始時刻、④作業量(kg数、コンテナ数など)を入力する。そして、当該作業が中断する際は「中断」ボタンを、完了する場合は「完了」ボタンを押す。ここで、個人別の作業量は、収穫作業においては、コンテナ数やkg数で入力し、芽かきや誘引などの管理作業は、作業した距離(メートル)やレーン数で入力する。

# Laborcreate

no message!

最初から入力をやりなおす

作業を選んでください

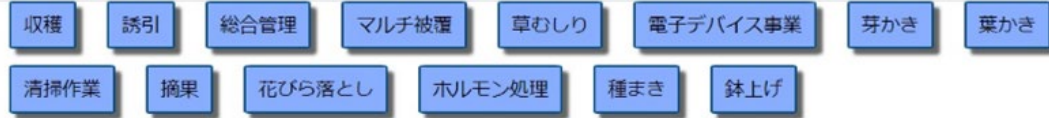


図 3 ASHIGARUWARE における作業名入力ページ

## 2) 収集した作業データの活用方策

### 1. 作業進捗管理

絹島グラベルでは、収穫、芽かき、ホルモン処理などの作業は、前回いつ作業したかという過去の記録をもとにこれら作業の次の作業日を決めている。また、従業員が急に欠勤した時は、その従業員が昨日行っていた作業の進捗状況を ASHIGARUWARE で確認できるので、もし担当作業が完全に終わっていなかった場合には、作業の続きを本日やるか否かをまずは検討している。

なお、絹島グラベルは、ハウスが 2 か所に別れていて、第 1 圃場と第 2 圃場のそれぞれにリーダー(パート従業員)を配置している。各エリアにおける日々の作業内容は、それぞれのリーダーが ASHIGARUWARE での作業記録をもとに決めており、作業内容の決定の際に困ったことがあれば、長嶋代表も交えて検討している。

### 2. 作業別別の作業速度の把握

絹島グラベルでも、作業速度については、農場としての目標値を設定している。そして、ASHIGARUWARE では、ログインすると、最初にログインユーザーの収穫速度に関する目標達成率が表示されるようになっている。このような表示形式にしたのは、目標達成率は「自分に自信を持って」情報であり、働きがいに繋がる情報だからである。なお、こうした個人別の作業速度や目標達成率は、現時点では人事評価には連動させていない。

### 3. ハウス別の品種・栽培方法の検討

絹島グラベルでは、ハウスごとに異なる品種を栽培しており、収穫に要した時間および収穫量、さらに収穫以外の作業時間をハウス間で比較することは、次作の品種選定において有効な検討材料となっている。

検討の仕方としては、ハウス別に作業別の時間内訳を見る(図 4)。その際に、他のハウスに比べて、特定の作業が多いハウスにおいては、なぜ時間を要しているのかをパート従業員も交えて検討している。基本的に、収穫以外の時間が多いハウスについては、なぜそのような事態になってい

るのかを突き詰めるようにし、収穫以外の時間が多くなってしまような品種や栽培方法は、次作では基本的には変更するようにしている。

エリア別労務データ 集計期間 11月01日 - 06月30日

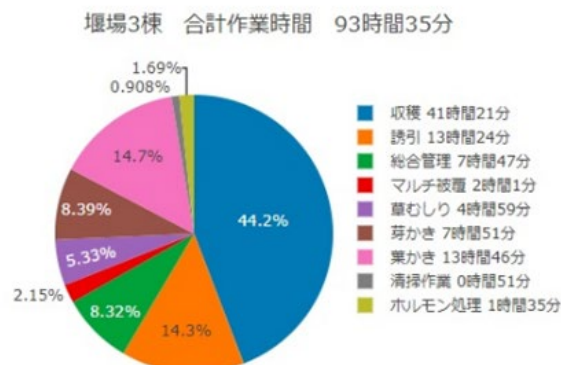


図 4 ASHIGARUWARE におけるハウス別の作業時間比較

## おわりに

以上、本稿では、2つの事例での作業データの収集方法およびその活用方策について、具体的な取組内容を見てきた。2事例ともに、収集している作業データの内容は、作業者、作業名、作業しているハウス名、作業の開始・終了時刻、作業量であり、これらのデータを集計・加工して、時期別・作業別に必要な作業時間数や作業者別の作業速度を把握し、精度の高い作業計画（および要員配置計画）の作成や作業進捗管理、作業速度の底上げ、人事評価などに活用していることが明らかになった。

施設園芸は、現時点では基本的にすべての作業は人力が主であり、雇用労働力を過不足なく配置することが作業遅れ回避のためにも、人件費抑制のためにも重要である。そのためには、作業データをきちんと収集し、どの時期のどのような作業に時間を要しているのか、また自社農場の従業員の作業速度は平均的にどの程度か、また全体的にどの程度速度のばらつきがあるのかを把握することが必要である。データの収集・集計が容易な営農管理システムにより、これらの事項の把握は以前より容易になっており、経営管理の中で営農管理システムを活用する経営体が今後増えていくことが期待される。

## 1.4 スマートグリーンハウスにおける高温対策

東海大学名誉教授 林 真紀夫

### はじめに

この数年、生産現場において、高温期の高温対策(暑熱対策)が喫緊の課題になっている。昨今の猛暑による異常高温や、換気窓への防虫ネット設置に伴う換気量低下によって、室温が40°Cを超えることも珍しくなくなっている。こうなると、作物の栽培適温を大幅に超えることになり、収量・品質の低下や、病害虫の発生を招く。さらに、作業者にとっても過酷な労働環境を強いることになり、パート従業員に頼る生産施設では、雇用確保にも影響する。このため、高温期の栽培作型では、高温対策が必須事項になっている。現地調査での高温対策技術動向を含め、概説する。

### (1) 高温対策手段の分類

表1に高温対策手段の分類を示す。昼間と夜間で対策手段が異なる。昼間は換気を高めることが基本である。より積極的な手段をとるなら遮光、さらには冷房(蒸発冷却法)を利用する。日射負荷の大きい昼間のヒートポンプ冷房は、コスト的に無理があるが、夜間は可能となる。

表1 夏期の高温対策手段

対象	大分類	中分類	小分類	昼間	夜間
地上	換気	窓換気(自然換気)	換気促進 開口面積増大一屋根開放型 天窓位置(棟高)を高く	○	○
		換気扇換気(強制換気)	排気式、吹込式(外気導入)	○	○
	遮光	外部遮光	遮光資材、近赤外線カット資材	○	-
		内部遮光	遮光資材、近赤外線カット資材	○	-
		塗布剤	近赤外線カット塗布剤(遮熱剤) 遮光剤	○	-
	冷房	蒸発冷却法	細霧冷房	○	△
			パッド&ファン冷房	○	△
ヒートポンプ		外気冷熱源、地下水冷熱源	△	○	
地下水利用		熱交換冷房、屋根流水	△	○	
根圏	冷却	ヒートポンプチラー 地下水利用	培地冷却、養液冷却	○	○

高温対策手段の大半は、温室構造や設備による対策となるため、建設時の対応になる。このため、建設時に対策手段を決定し、組み込んでおく必要がある。設備導入にあたっては、投資を必要とするので、投資効果の見きわめが必要となる。建設後の追加改修は、栽培への影響や経費増につながるため、設計段階で十分に検討することが肝要である。ハウスの設備改修をとまわらない対処法としては、遮光塗布剤(遮熱剤)利用や、カーテン張替え時の遮光資材の種類変更くらいで、選択肢は少ない。

### (2) 換気改善技術

我が国における園芸施設では、窓換気(自然換気)が全体の約8割強で、換気扇換気(強制換気)は2割弱である。窓換気の割合が多いのは、運転コストがかからず、大型施設でも利用し易いなどの利点があるためといえる。他方、換気量が屋外風速や内外気温差に左右されるというマイナス面もある。

図1に示したように、換気率がある数値以下になると、温室内外気温差は急激に増加するので、それ以上の換気率を得ることが望ましい。ここで、換気率とは換気の多少を表わす指標であり、単位時間・単位床面積あたりの換気量(単位は、 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ )のことである。換気回数(=換気量/温室容積、単位は $\text{h}^{-1}$ )を用いることもある。

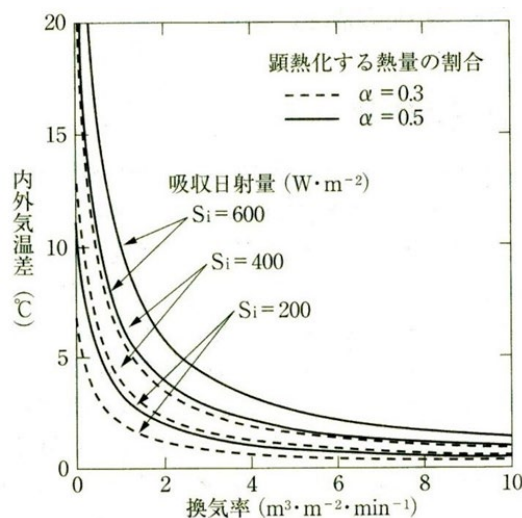


図1 換気率と温室内外気温差の関係(岡田、1986)

Si: 温室内吸収日射量、 $\alpha$ : 顕熱化する熱量割合

### 1) 換気窓面積比の増大

換気率が無限大になれば、室温は外気温まで低下する。自然換気での換気率を増大するためには、換気窓面積比(窓開口面積/床面積)を高めることが第一である。両屋根型温室では天窗の開口幅(開口面積)を広げる、フィルム巻上式の丸屋根型ハウスでは谷部や側壁の巻上幅を広げる、などである。ただし、窓面積比を高めることは、建設費の増加にもつながるが、長期的視野に立って判断すべきである。

図2は、1期工事の建設ハウスで高温化が課題となったため、2期工事の建設ハウスでは換気窓幅を広げた事例である。

図3は、側窓を設けたフェンロー温室の事例である。通常、1haを超える大型フェンロー温室では、側窓を付けていない。流入外気が温室中央部まで届かないなどの理由によると思われる。しかし、この事例では、近くの河川(北上川)方向からの風があり、側窓による昇温抑制効果が認められるとのことである。日本の気象条件は、フェンロー温室発祥地のオランダとは異なることから、日本の気象条件に対応した設計上の改善が望まれる。大型フェンロー温室における側窓設置の効果がどの程度あるのか、環境計測に基づく検証がなされるとよい。



図2 多連棟温室の巻き上げ式換気窓の開口幅の違い

左写真は1期工事ハウスで巻き上げ窓1段。右写真は2期工事ハウスで巻き上げ窓2段。  
(次世代施設園芸北海道拠点)



図3 周壁に巻き上げ式換気窓を取り付けた高軒高フェンロー温室(軒高7m)

頭上に細霧ノズルを設置しており、噴霧中(デ・リーフデ大川:宮城県)

## 2) 高軒高化の効果

近年の新設ハウスでは、高軒高化が進んでいる。高軒高化により、天窗位置が高くなるほど、換気が促進されるので、高温抑制効果も大きい。特に、屋外風速が小さいときに(風力換気よりも温度差換気が卓越したとき)、天窗高さの影響が顕著になる。また、高軒高化により、天井部付近の高温化構造材の影響も軽減すると考えられる。

## 3) 防虫ネットの影響

近年、ウィルス媒介害虫(例えば、トマト黄化葉巻ウィルスを媒介するシルバーリーフコナジラミなど)や食害性害虫などの侵入を防ぐために、目合の細かな防虫ネット(目合 0.4mm 前後)の利用が増えている。これが換気を低下させ、高温化の一因になっている。対策としては、窓面積の増加、窓面積に対する展張防虫ネット面積の増加(通気抵抗を減らす)などである。また、害虫用忌避剤を練り込んだ防虫ネットも市販されている。

高軒高ハウスでは、害虫侵入リスクよりも高温対策を優先し、天窓に防虫ネットを設置しない事例も見られる(図4参照)。防虫ネットを設置しないことによる害虫侵入リスクは、ハウス周辺の害虫生息密度が関係する。害虫生息密度を下げるために、定期的にハウス周辺の雑草刈取りを行なっている事例がある。



図4 天窓への防虫ネット設置の有無

左写真は防虫ネットなし(次世代施設園芸兵庫県拠点)、右写真は蛇腹式防虫ネット(次世代施設園芸大分県拠点)。防虫ネットを付けないが、防鳥ネットを付けている拠点もある。

#### 4) 外気導入の促進

最近、高温対策目的で、ファンを利用した外気導入促進の事例を見かける。窓換気だけでは不十分と判断した場合の追加策である。従来の換気扇換気(強制換気方式)は、吹出し方式が一般的であるが、これとは逆に、ファンにより外気を室内に押し込む方式である。外気導入時の室内空気は天窓などの換気窓から排気される。押し込み式とするのは、気流のショートカットを避け、ハウス中央部まで送風させるためである。

窓換気と換気扇換気の併用型であり、窓換気だけでは不十分な時間帯に、外気導入ファンを運転し、換気促進を図る。自然換気温室での追加策として取り入れることができるので、今後の利用拡大が見込まれる。

吹出し方式に比した外気導入方式の利点として、以下が挙げられる。①高温となる時間帯に、窓換気に追加して利用が出来る。②従来の吹出しファン方式では、吸気口からファンに向かう温度勾配が生じるが、温度勾配を小さくできる。③送風ダクトを使えば、大型ハウスでも利用できる。④また、ダクト利用により、作物近傍に直接外気を送風することができる。

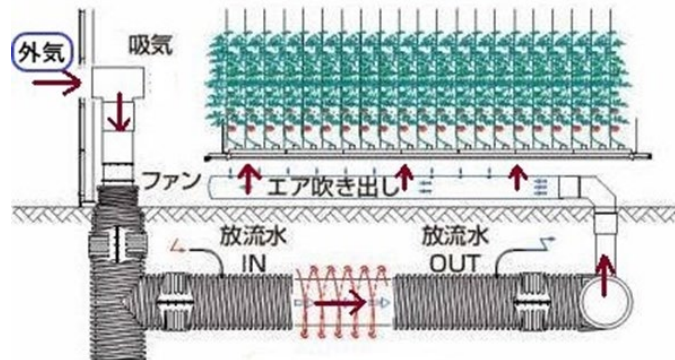
図5(a)は、下水処理場の放水熱を補助暖房に利用するための熱交換装置を、妻部吸気口のダンパーの切り替えで、高温時の外気導入に利用している事例である。外気導入と作物の蒸散による気化冷却により、室温が外気温よりも、最大2°C程度低下するとのことで、顕著な昇温抑制効果が見られる。

図5(b)は、建設後の高温対策の手段として、外気導入を取り入れて、試験している事例である。妻面開閉戸の内側にファンを設置し、さらにベッド下のダクトファンでハウス中央方向に送風している。昇温抑制効果が見られるとのことで、他のハウスにも導入拡大するとのことである。

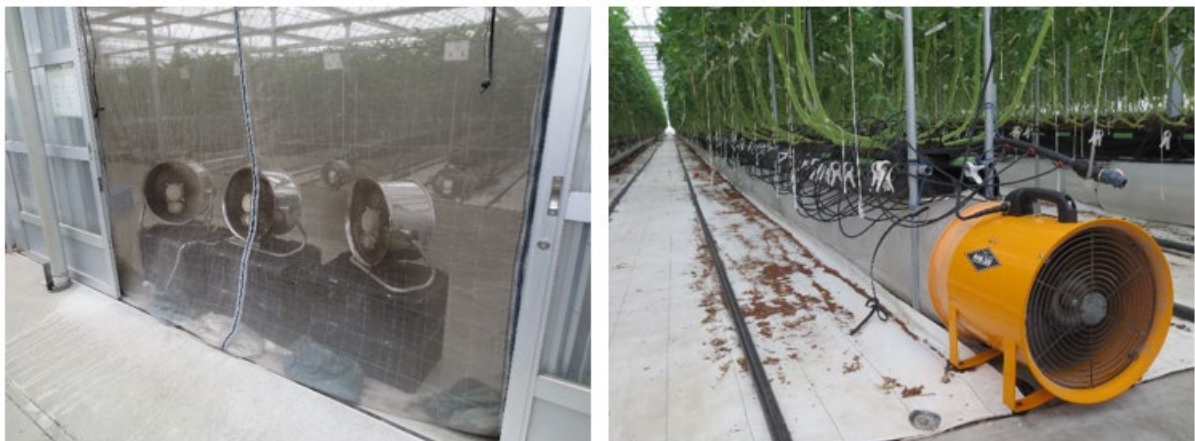
図5(c)は、ハウス妻面内側に小部屋を設け、その中に設置した温風暖房機の送風機能を利用して、外気導入を促進する方法である。ハウス建設時に装置を設置している。小部屋を設けること

で、暖房時と外気導入時の空気流路を変えることが出来るようになっている。配風には、暖房用ポリダクトをそのまま利用する。

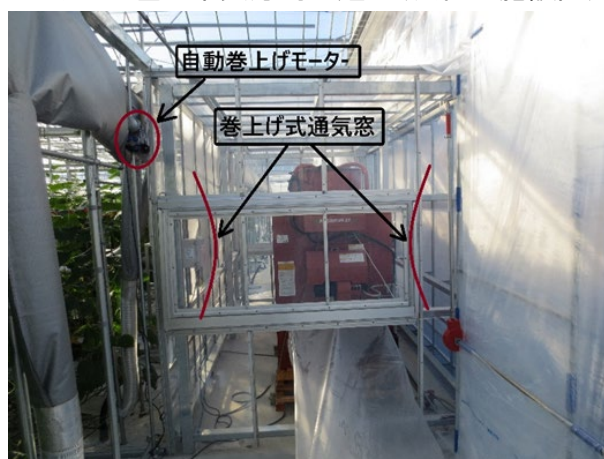
外気導入による高温抑制効果がどの程度あるか、いまのところ実測に基づく確認が不十分であるので、今後の検証を期待する。



(a) 下水処理場放流水を熱交換し補助暖房に利用するシステムを、高温期の外気導入装置として利用(次世代施設園芸愛知県拠点、イノチオみらい(株)パンフレット図に加筆)



(b) 外気導入効果を試験中。左写真の妻面内に設置したファンで外気導入を促進し、右写真のダクトファンで温室中央方向へ送風(次世代施設園芸埼玉県拠点)



(c) 温風暖房機の送風機能を利用した外気導入方式(佐賀県)。高温時には暖房機右側の換気窓を開け外気導入し、暖房機のファンでダクトを介して外気を温室内へ送風

図5 外気導入を促進するために利用されているさまざまな装置の事例



### (3) 遮光技術

換気と併用する高温対策として、遮光技術が多用される。遮光カーテンの利用が一般的であるが、最近では遮熱剤(遮光剤)の利用も増えている。遮光により室内への入射エネルギーが小さくなれば、その分、室温上昇は抑えられる。

#### 1) 内部遮光と外部遮光

遮光は、内部遮光と外部遮光の2つに大別できる。内部遮光に比べ、外部遮光の方が高温抑制効果は大きいことはいうまでもない。しかし、強風・降雨による装置の破損や故障のリスクが増すことから、一部の小型温室を除いて、内部遮光の利用が大半となる。

内部遮光カーテンは、保温カーテンとの兼用が一般的で、1層遮光カーテン、あるいは2種類の遮光率資材を組み合わせた2層遮光カーテンの利用がある。遮光時に遮光カーテンを全閉にすると、換気が抑制され高温化するため、通気用に数10cm以上の開口部を設けるのが一般的である(図6)。



図6 編込遮光資材(アルミ箔および透明割繊維の編込み)を利用した内部遮光カーテン  
換気されるように、全閉にしないで数十cm幅のカーテン開部を残す

通常は、遮光によって室温を外気温以下にすることは難しい。ただし、遮光率が高く、温室内での蒸発散量が比較的多く、換気量が多い条件であれば、室温を外気温なみ、あるいはそれよりも若干低めにする事ができる。

#### 2) 遮光カーテン資材

次世代施設園芸導入加速化支援事業(平成25年～平成28年)による次世代施設園芸拠点(以下、拠点)が、全国10か所に整備されている。10拠点のうち、北海道拠点が3層カーテン(1層が遮光カーテン、2層が保温カーテン)、残り9拠点が2層カーテンを設置している。カーテン資材として、大半の拠点が、1層に遮光保温兼用のアルミ編込資材(アルミ箔および透明割繊維の編込み)を採用している。この資材は、アルミ光沢面を上に向けて展張するので、日射の反射がある。このため、資材温度上昇が抑えられ、それにより遮光資材から栽培空間への放熱(対流、再放射)が抑えられる。遮光率が同じであれば、着色寒冷紗よりは、高温抑制効果が多少勝るとみてよい。

フェンロー温室利用の拠点の多くは、もう1層にアルミ編込資材よりも遮光率の低い半透明編込み資材(保温兼用)を選択し、日射量や室温に応じて組み合わせ利用出来るようにしている。

### 3) 遮光塗布剤(遮熱剤)

外張資材への遮光塗布剤の利用は、既存設備において、後付けで出来る数少ない対処方法であるため、最近の猛暑対策として、利用が増えている(図7)。

次世代施設園芸拠点10か所のいずれも、栽培開始初年度は遮光塗布剤を利用していなかった。しかし、その後利用が増え、現在では、7拠点が後述の遮熱剤を利用するに至っている。

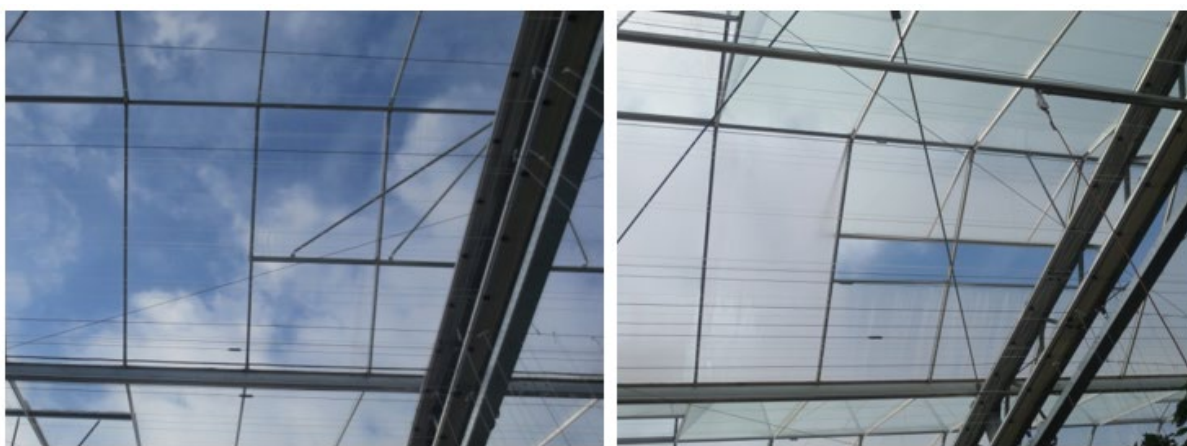


図7 遮熱剤塗布前(左)と塗布後(右)の違い

塗布剤により梨地化し、散光性も増す(次世代施設園芸宮城県拠点)

遮光塗布剤には、日射の全波長帯にわたり光を吸収・反射するタイプと、近赤外部の反射率(または吸収率)を高めたタイプがある。前者は一般に遮光剤と呼ばれ、後者は遮熱剤と呼ばれている。後者は、近赤外線カット資材と同様の効果(作物の生育に必要な波長帯の光を透過し、不要な近赤外線を部分吸収または反射)がある。現状で利用されている遮光塗布剤の多くは、オランダなどからの輸入品である。

通常、吹付塗布作業は、梅雨前後の高温期に入る時期に行う。高温問題がより差し迫り、吹付時期を早める動きもみられる。遮光度合いは、塗布量によって調節する。降雨により徐々に剥離するが、銘柄や降雨量により剥離度合いは異なる。剥離が進みすぎた年には、二度塗りを検討している拠点もある。

また、秋口において剥離度合いが少なく、冬季の透過光量低下が懸念される場合は、専用除去剤(剥離剤)で洗浄除去する。降雨予報の前に除去剤を塗布し、雨を利用して洗浄する場合もある。

塗布や洗浄は屋根上での高所作業になることから、専門業者に依頼するケースが多い。毎年作業が必要で、コスト面と塗布作業不足の課題がある。塗布作業には、手散布のほかに、ラジコンヘリも利用されている。

### 4) 散光性資材(梨地資材)

次世代施設園芸拠点において、7 拠点がフッ素系硬質フィルムを外張り資材に用いている。その大半で光を散乱させる散光性(梨地)資材を採用している。散光度合いや紫外線カットの有無の違いがある数種類が販売されている。

散光性資材は、直射光と構造材の影による光の強弱を均等化し、作物への照射日射の均一化を図ることができる。そのため、高温期(強日射時)の葉焼けや日焼け果などの防止につながる。また、被覆面で多方向へ散乱されることから、作物下位部への照射光量が増すとされている。ただし、外側への散乱もあるはずで、透明資材に比べると、光透過率は若干低下すると思われる。

前述の遮光塗布剤も、塗布面の散乱光比率を増加させる(図7右写真参照)。散乱光比率を高めることを主目的とした遮光塗布剤も販売されている。

#### (4)冷房技術

室温を外気温以下にするには、冷房に頼らざるを得ない。昼間の冷房だけでなく、最近では、ヒートポンプによる夜間冷房が注目される。

冷房装置類の導入総面積は、全施設面積の2%程度と推定される。設備投資が必要であり、利用率が高いとはいえない。しかし、冷房装置を不可欠な環境制御装置と位置づけ、冷房利用を前提とした栽培作型を取り入れている生産者もいる。

##### 1)冷房方法と普及状況

現在利用されている冷房方式は、表1で示した通り、①水の気化冷却を利用した蒸発冷却法、②ヒートポンプ(エアコン)利用、③地下水利用の3つに大別できる。

高温問題は、昼間の方がより大きい。現状で、経済的かつ汎用的な昼間の冷房法となると、水の気化冷却(加湿冷却)を利用した蒸発冷却法のみである。細霧冷房とパッド&ファン冷房の2方式がある。いずれも、1970年ごろには出現しており、原理は新しいものではない。細霧冷房方式の普及面積は1000ha程度、パッド&ファン冷房の普及面積は100ha程度と推定され、我が国においては、前者の利用が圧倒的に多い。

昼間冷房へのヒートポンプ利用は、経済的観点から一般栽培では無理があり、コチョウランの花芽誘導目的など、ごく一部に限られる。他方、昼間に比べ夜間の冷房負荷は一桁小さくなることから、バラなどの花き温室や果菜類の夏越し作型の一部で、ヒートポンプによる夜間冷房が行われている。地下水利用は、日射負荷の大きい昼間は難しく、夜間冷房にごく一部で利用されている。

##### 2)細霧冷房

###### 1. 細霧システム

細霧の代わりにミストとよばれることもある。いくつかのタイプがあるが、現在多用されているのは、図8左写真に示すように、細霧ノズルを頭上に固定配置し、冷房中は窓を開放して細霧噴霧する自然換気型細霧システムである。噴霧には動力ポンプを用いる。噴霧水圧が1~4MPa程度の相対的に低圧のシステムと、4~7MPa程度の高圧のシステムがある。後者の方が細霧粒径は小さくなるが、設備経費は高めとなる。細霧システムの多くは、冷房・加湿制御のほかに、薬剤散布・葉面散布にも利用できる多目的(複数目的)利用システムである。

この他に、送風ファンに細霧発生ノズルを取り付けた簡易な細霧装置(図8右写真)も利用されている。ただし、通常の設置台数での細霧噴霧量は、細霧ノズル頭上配置タイプに比べると少ない。



図8 細霧冷房装置による細霧噴霧中の様子

左:頭上設置細霧ノズルからの細霧噴霧(次世代施設園芸埼玉県拠点)

右:循環扇に細霧発生ノズルを取り付けた装置(次世代施設園芸北海道拠点)

## 2. 利用の適否

細霧冷房は万能ではないので、その特性を理解し、特性に合った条件で利用することが肝要である。細霧冷房では、降温と相対湿度上昇が表裏一体の関係にある。室温低下の限界は室内湿球温度である。細霧冷房運転支援ソフトウェアが公開されており(「細霧冷房運転支援ソフトウェア」でインターネット検索)、これを利用すれば、作出可能な気温および相対湿度の範囲を知ることができる。

細霧冷房は作物からの蒸散が少なく、室内が乾燥かつ高温の条件では、室温低下と加湿の両方が達成できる。このことは、後述のパッド&ファン冷房に関しても同様である。

他方、作物が繁茂して蒸散量が多い、または温室の換気量が少ない、あるいはその両方で、温室内が高湿度条件にある場合には、室温低下はわずかで、作物への細霧付着が増加する。作物の連続する濡れは病害の原因となる。夜間は温室内外とも高湿度条件にあるため通常利用されない。

## 3. 運転方法

冷房(降温)を主目的とする利用と、湿度管理を主目的とする利用がある。冷房利用では、強光時に遮光カーテンを併用することもある。この場合、換気が必要なので、遮光カーテンを全閉にしない。

多く普及している細霧システムでは、断続的に細霧噴霧を行うことによって噴霧量を調整している。運転制御方法は一律ではなく、生産者によって異なる。通常は、室温と相対湿度(または飽差)を組み合わせた制御が基本となる。例えば、昼間の運転時間帯を設定し、室温が設定値以上(例えば27℃以上)かつ相対湿度が70%以下でON、相対湿度85%でOFFというような運転方法がとられる。

細霧冷房による高相対湿度(飽差低下)は、蒸散量を低下させる、作物への細霧付着があるなどの理由で、噴霧量を少なめにしている事例もある。利用経験の浅い利用者は、作物の成育状態を観察しつつ、試行錯誤で運転方法の改善を図っていくことが多い。

#### 4. 利用状況と設置コスト

次世代施設園芸 10 拠点中、7 拠点が細霧システムを装備している。うち、1 拠点は、建設数年後に追加設置している。国内では、トマト、ナス、イチゴなどの果菜類や花き類など多品目で利用されている。冷房のみならず、湿度制御目的で周年利用している事例も多い。

現在、多用されている細霧システムの価格は、10a当たり 100～200 万円程度である。細霧粒径や飛散距離、ポタ落ちの多少など、システムによって性能が異なるので、導入に当たっては、価格面だけでなく性能にも注意を払う必要がある。

#### 3)パッド&ファン冷房

呼び名のとおり、パッドとファン(排気用ファン)を組み合わせた冷房方式である。図 9 に示すように、温室壁部に取り付けたパッド(通気孔をもつセルロース成形資材)に水を滴下して、パッド全体を濡しておく。パッドを外気が通過するときに気化冷却され室内に入り、パッドと反対の壁面のファンによって排気される。我が国での利用面積は少ないが、海外では細霧冷房以上に利用されている。

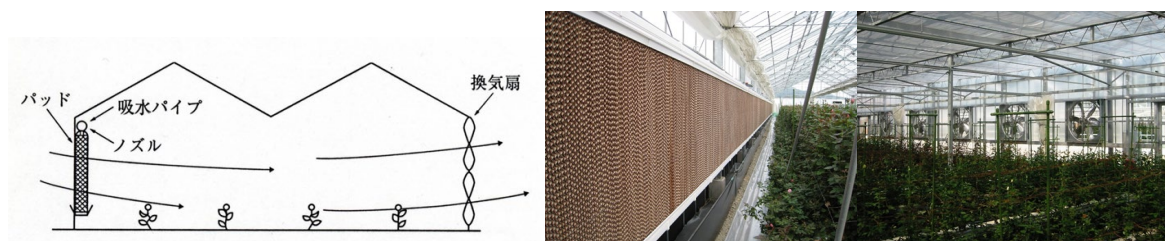


図 9 パッド&ファン冷房方式  
写真左がパッド、右が排気ファン

#### 4)ヒートポンプ冷房

##### 1. 夜間冷房(夜冷)利用

ヒートポンプによる昼間の冷房は、日射負荷が大きいために、コチョウランの花芽誘導などへの利用を除けば過剰投資となり、経済的に見合わない。ただし、特殊な事例として、次世代施設園芸 富山県拠点では、廃棄物燃焼発電で得られる電力を利用し、ヒートポンプによる昼夜の冷房を、トマトおよび花卉栽培で行っている。

他方、夜間は昼間に比べると冷房負荷が一桁小さくなるので、ヒートポンプによる夜間冷房(以下、夜冷)が、収益増につながる場合も多い。

現在多く採用されているハイブリッド方式(ヒートポンプと燃油暖房機を併用した暖房方式)のヒートポンプ設置能力(10a 当たりの冷房能力 60kW 程度の場合)で、夜冷時の室温を外気温よりも 2～4℃(カーテン利用時)程度低くすることが可能である。ヒートポンプの冷房運転では、除湿も同時に行われる。

夜冷による栽培試験から、低段密植栽培でのトマトの裂果防止効果があるとの報告(大石ら、2011)や、花き類の品質向上や収量増加の効果あるとの報告など、プラスの効果を示した報告が相当数ある。

現地調査ハウスにおいても、ミニトマトやパプリカの夏越し栽培でヒートポンプ冷房を利用している事例が見られる(図 10)。ミニトマトの事例では、夜冷により成育へのプラス効果(樹勢旺盛や葉面積増など)がみられ、葉面積を大きく維持できることにより、日中の蒸散が促進され、屋間の昇温抑制にもつながるとのことである。夏越し栽培での夜冷は、高温期の成育・収量低下を小さくする効果があるが、経費を伴うことから、投資効果が見込まれるかが、夜冷するかの判断につながる。



図 10 ミニトマト夏越し栽培でのヒートポンプ利用  
夏越し栽培での夜間冷房と、冬期の暖房に利用(次世代施設園芸愛知県拠点)

高温対策技術の一つとして、今後利用拡大がなされると推測するが、このところの電気料金の値上がりが、利用拡大を阻んでいる。今後の利用普及は、電気料金の動向に左右されるところが大きい。

運転コストを削減するために、一晩中ではなく、夜間の一部時間のみ冷房することも試みられており、収益に結び付く効果的な運転法についての検討が、今後必要である。

## 2. 培地冷却

ヒートポンプには、冷温水を生成することができるタイプ(ヒートポンプチャラー)がある。これを利用して、夏期には、冷水による培地冷却(図 11)やイチゴのクラウン冷却を行い、高温時の品質維持や収量確保に努めている事例がある。また、冬期には同じ装置で、温水による培地加温(図 11)やクラウン加温を行い、増収につなげている。



図 11 ヒートポンプによる四季なりイチゴ栽培の培地冷却の事例

冬期は一季なりイチゴの培地加温を行い、夏期は四季なりイチゴの培地冷却を行う(次世代施設園芸北海道拠点)。写真左:冷温水生成ヒートポンプ(左側)と貯水タンク(右側)、写真中:培地加温冷却用パイプ(培地を入れる前)、写真右:加温冷却用パイプを設置してある栽培ベッド。

## (5) 作業対策

ハウスの高温対策だけでは限界があり、夏期日中の作業者の負担は大きい。熱中症などの危険もある。現地調査では、以下のような熱中症対策をとっている事例がある。

- ・送風ファンや保冷剤を利用したファン付空調ジャケットの着用(図12)。最近、利用者が増えている。
- ・一定時間ごとに短時間の休憩をはさむ。また、こまめな水分補給を促す。
- ・冷蔵庫に保冷剤を用意しておき、首元などを冷やす。
- ・早朝出勤により、午後的高温時間帯を休業にするなど。



図12 送風ファン付ジャケットを着用した暑さ対策

図13のような、熱中症防止の注意書きを作業場や休憩室に掲示し、注意喚起している事例もある。

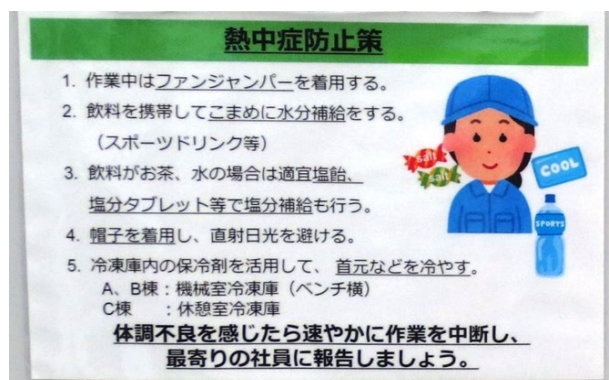


図13 作業場などに掲示してある熱中症防止対策の注意書き事例

おわりに

上記の通り、高温対策技術はいろいろあり、栽培形態にあった方式を採用することになる。その多くはハウス構造や設備の対応となることから、建設前の設計段階で十分に検討することが重要

である。高温対策に関しては、今後もハード面とソフト面での工夫や改善が求められる。(本稿は、文献 1、2 を部分引用している。)

#### 引用文献

- 1) 日本施設園芸協会(2020)、平成 31 年度次世代施設園芸地域展開促進事業報告書(別冊2)、大規模施設園芸・植物工場 導入・改善の手引き(令和 2 年 3 月)、31-38.
- 2) 林 真紀夫(2011)、栽培施設における高温対策技術の現状と展望、施設園芸総合セミナーテキスト、日本施設園芸協会、6-13.
- 3) 日本施設園芸協会(2015)、施設園芸・植物工場ハンドブック、569pp



## 1.5 スマートグリーンハウスの展開推進における産地の体制づくり

株式会社三菱総合研究所 水野 友美

### はじめに

スマートグリーンハウスでは、施設園芸においてロボット・AI・IoT等の先端技術を活用し、生産性の飛躍的向上と大幅な省力化を実現することを目指している。そのための方法として、環境データと生育データに基づく低コストで最適な環境制御技術の確立により生産性を向上させ、各作業の自動化により生産・出荷作業の大幅な省力化を実現し、作業データ、収量予測等に基づく最適な作業計画の策定と人員配置により労働生産性を向上させることが求められる。

今回実施した事例調査先は、それぞれの地域の状況、圃場環境に沿ったデータの取得とその分析結果の活用による生産性向上を実現しているが、これらの取り組みの展開推進においては、新技術の実装に向けた面的な産地の体制づくりが重要となる。そこで、節なり会、JA 西三河きゅうり部会、JA みなみ筑後瀬高ナス部会の取り組みのポイントを整理した。

### (1) 節なり会：自由闊達な議論によるモチベーションの向上

群馬県の節なり会は、平成 30 年に設立されたキュウリ生産者の勉強会組織で、JA 等の組織からは独立した運営を行っている。会のメンバーは農業者の後継者や新規就農者も多く、県内外からの 30 代の若手生産者が中心となっており、有料会員 16 名、無料会員 (LINE での情報共有がメイン) 約 90 名から成る。

一つ目のポイントは、節なり会では、昨今の資材の高騰、夏の高温等環境の変化、親世代の引退や働き方改革等による雇用型経営への移行など、施設園芸を取り巻く多くの問題意識や危機感を共有し、自由闊達な議論ができるよう、意見交換の場では心理的安全性を重視した運営を行っていることである。

これは、生産者は個人事業主でそれぞれの目標があることを前提にしたもので、互いのやり方を尊重しつつ、遠慮なく助言しあえる組織を目指した姿勢であり、会の代表も 2 年ごとの交代制であり、属人化しないことで思考を固めず、新たな取り組みにチャレンジし続ける土壌を作ることが重視されている。

勉強会では技術レベルの高い生産者を交えた月に 2 回の現地研修に加え、他産地への視察を行っている。二つ目のポイントは、現地研修においてトラブルが発生しているハウスも巡回し、他の生産者から忌憚なく、客観的な意見を聴く場になっているが、工夫や良い取り組みについては積極的に褒め合うことを心掛けていることである。

このような取り組みによって、経験の浅い生産者も新たな取り組みに対するモチベーションを向上することができ、参加者の技術が底上げされ、会の存在感も高まっている。

三つ目のポイントは、継続的な群馬県館林地区農業指導センターの普及指導員の協力である。館林地区農業指導センターでは、節なり会の運営整備やクラウドを活用したデータ共有等を支援している。令和 2 年度は、普及指導員向けの「環境制御技術ガイドライン」を作成し、普及指導員のスキルアップに活用した。また、「次世代につなぐ営農体系確立支援」を活用した技術コンサルタント派遣による技術力強化など、JA、市町とも協力した産地支援も行っており、節なり会の会員も参加した。

普及指導員が自らの知識も更新しながら、先進農業者や専門家、市町、JA等をコーディネートし、節なり会の取り組みを側面から継続的かつ細やかに支援してきたことで、環境制御技術の理解促進、導入推進につながっている。

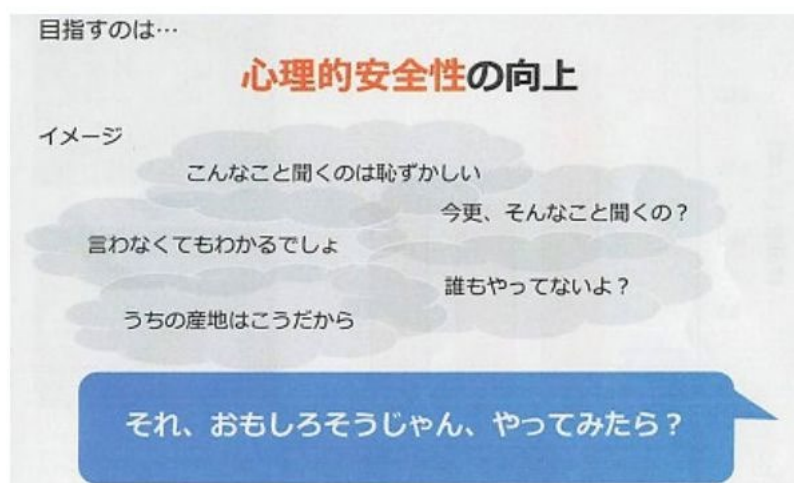


図1 節なり会での議論における留意事項一例:心理的安全性  
出所)節なり会提供資料

## (2) JA 西三河きゅうり部会:積極的な生産者が牽引する産地力強化

JA 西三河きゅうり部会は、愛知県による「あいち型植物工場推進事業」や愛知県経済連による支援などにより、環境制御機器、環境モニタリング機器の導入と活用が進んできた。きっかけは平成17年。部会員の高齢化が進み、共同選果機の老朽化などの周辺環境も影響し、産地としての衰退を感じていた部会では、選果機の更新を機に組織改革を実行することにした。

詳細は、令和4年度の事業報告書(別冊2)に記載されているが、それまでの支部制度から「栽培」、「選果」、「販売」の3つの委員会を設け、それぞれ委員長、副委員長が部会員から任命され、部会長及び副部会長を加えた計8名によって、重要課題を継続的に検討することになった。

現在、愛知県西尾市のきゅうり生産者40名で構成され、栽培面積計11.5ha、生産者1戸あたりの平均栽培面積は29aである。出荷量は約3,000トン、販売金額は約9億5千万円である。

令和3年からは、農林水産省の「データ駆動型農業の実践体制づくり支援事業」に採択された。この事業は、データに基づき栽培技術・経営の最適化を図る「データ駆動型農業」の実践を促進するため、産地としての取組体制の構築、データ収集、分析機器の活用、新規就農者の技術習得等を支援するもので、部会では愛知県及び県の農業総合試験場のほか、西尾市、JA あいち経済連、JA 西三河、データ取得・分析・活用に係る民間事業者から成る、西尾きゅうり産地内連携型データ駆動施設園芸推進コンソーシアムを組成し、確実にデータを活用したスマートグリーンハウスの展開推進に取り組んでいる。

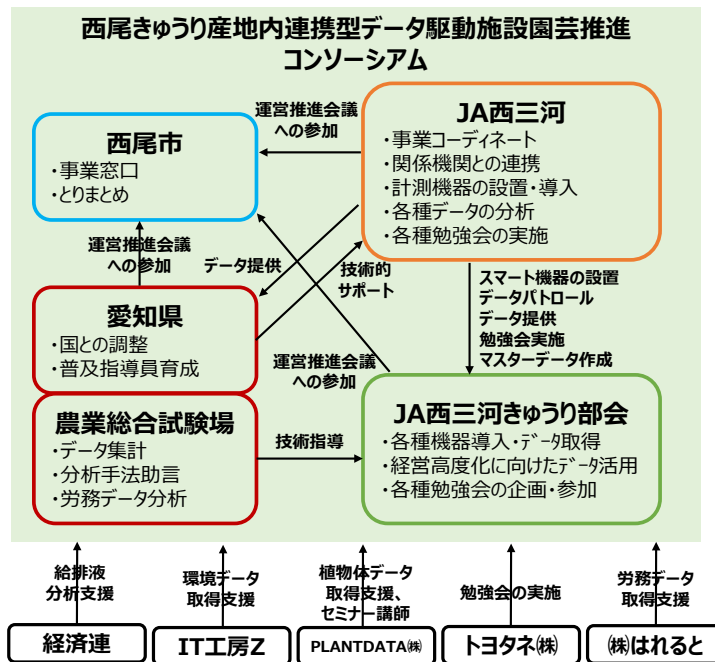


図 2 西尾きゅうり産地内連携型データ駆動施設園芸推進コンソーシアムの体制図  
出所) JA 西三河きゅうり部会提供資料より筆者作成

JA 西三河きゅうり部会では、令和元年からスマート農業プロジェクトに取り組み、1 生産者で実証していたものを令和 3 年度からは 7 生産者に拡大した。このような取り組みの中心にいるのは、30 代から 40 代の若手生産者である。この取り組みのポイントとしては、実際に収量が上がり、生産効率が上がった(労働時間の削減)生産者が、数字を見ることの重要さを勉強会等で伝え、一人ずつ収益が向上し、経営規模を拡大することで、強い産地として維持を図ろうとしている点にある。

また、二つ目のポイントとしては、支援事業を複数活用し、現在のコンソーシアムの体制が出来上がっていることである。このコンソーシアムによって、必要なデータの取得、その適切な分析、その結果を踏まえた当該地での環境制御等、データ駆動型の栽培手法が確立しつつある。

その背景には、長年にわたる委員会ごとでの課題の整理、解決方策の検討結果の共有、専門家や民間企業等を巻き込んだ新しい手法の試行等、明確な目標設定とそのための柔軟な検討体制を構築してきたという経緯もある。

今後も部会全体にデータ駆動型施設園芸を進めようとする際には、実際に導入する生産者を拡大することが課題であるが、まずは既に導入している生産者のほ場を見ながら勉強会を実施し、そこに参加する人に働きかけることだとしている。また、その結果は部会内に公平に共有し、経営の安定化に役立てることに力点を置くとしている。

### (3) JAみなみ筑後瀬高なす部会「あぐりログ研究会」:産地一体の段階的なデータ活用

JAみなみ筑後瀬高なす部会の管内である福岡県南部のみやま市、瀬高町、高田町、山川町は、古くからあるナスの産地で、部会員数 195 名、生産面積 48ha、販売金額 27 億円(令和元年)の規模がある。

なす部会では、ナスの収量向上のための環境制御技術の確立を目的として、平成 29 年から福岡県農林業総合試験場筑後分場においてあぐりログ研究会の活動が始まった。これは、環境測定装置などのハードウェアの導入とその運用方法を自主的に学ぶもので、従来の行政や JA からの

指導にもとづく技術導入ではなく、生産者が中心となり、試験場研究員、普及指導員 JA 営農指導員等、指導機関や研究機関と情報共有をするフレキシブルな運営を目指す会であった。当初 4 名件だった参加者数は、昨年度 67 名にまで増えている。

会では、環境計測機器によるデータ活用を行うため、各メーカーへの問い合わせを行い、生産者が低価格で補助事業を用いずに導入可能であり、かつ互いにデータ共有が可能な「あぐりログ ((株)IT 工房 Z 製)」の導入を決めた。愛知県など多くの施設園芸産地で活用されている機器であり、それぞれの地域でデータ活用の勉強会も立ち上がっている。

あぐりログ研究会の一つ目のポイントは、データ活用に関する設備導入を段階的に進めてきたことにある。自ら複数のメーカーに問合せ、必要最低限の機能があり、かつ安価に導入できるものを選ぶことで、参加する生産者の導入負担を抑えた。それと同時に、参加する生産者同士と試験場との相互のデータ比較と分析を行うための機能を段階的に増やし、ハウス内の CO<sub>2</sub> 濃度や日射量の分析結果は普及センターがグラフ化を行い LINE グループ(あぐりログ研究会、JA、普及センター、筑後分場)で共有するなど、それぞれに必要な機能がカスタマイズされた仕組みになっている。現在も研究機関、事業者の協力を得ながら病害虫リスク管理、市場状況に即した生産量予測、経営管理アプリなどの開発、実証が進められており、データ活用の多面化が進んでいる。

二つ目のポイントは、スキルアップに関する取り組みが支援機関側でも進められてきたことである。福岡県では、主要園芸作物 6 品目(イチゴ、ナス、トマト、キュウリ、ブドウ、キク類)について、先進生産者のハウス内環境を測定し、データを蓄積するとともに生育状況と栽培管理の実態を把握、分析している。その結果をもとに、平成 30 年度には「匠の技」実践マニュアルを作成し、新規就農者や既存生産者へのノウハウの展開を図っている。

この取り組みにより、先進生産者の技術が可視化され、産地としての生育及び環境データの活用による収量増につながっている。

JAみなみ筑後瀬高なす部会では、生産者数は減少しているが、生産面積は維持されており、これらの取り組みにより生産者あたりの栽培面積の拡大、結果としての産地の維持につながっている。



図 3 福岡県の「匠の技」実践マニュアル

出所) 福岡県「ICTを活用した園芸作物の生産性向上対策」

[https://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/h\\_zirei/r01/attach/pdf/index-28.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/hukyu/h_zirei/r01/attach/pdf/index-28.pdf)

(令和 6 年 2 月 1 日閲覧)

## まとめ

今回見た産地では、活発な議論が可能な信頼関係の構築、産地内外の専門家や先駆者の知恵や支援を積極的に巻き込む力、データ取得やその活用、検証をいとわず経営者として収益や効率の上げ方を追求する姿勢など、共通する事項が見受けられた。家族経営+ $\alpha$ （パート雇用）の規模が平均的な生産者の姿であったが、若手が中心となってデータを活用する生産者を増やし、産地としての強化に真摯に取り組んでいる。

このようなスマートグリーンハウスの展開推進においては、センサや機器の導入支援やデータの取得方法の標準化等、生産者のデータ取得へのハードルを下げると同時に、その結果を適切に分析でき、それを生産者の動きにフィードバックできる専門家の存在が不可欠である。今回で言えば、群馬県東部農業事務所館林地区農業指導センター、愛知県農業総合試験場、福岡県農林業総合試験場等がそれに当たる。

また、生産者同士が産地としての課題を把握していても、その早期解決に向けた危機感を共有しているかどうかポイントになるだろう。勉強会等を通じ、産地としての危機感や新たな解決手法の検討、有効・無効だった検証結果等を共有し、改善を続けている今回の各産地の取り組みは、生産者やその支援者の危機感により生まれたものであるが、いずれは消費者を含む市場側にも危機感を持って支援体制側に入ってもらえるような動きとなることが期待される。

## 2. スマートグリーンハウスへの転換優良事例

## 2.1 トマト周年養液栽培での生産管理の仕組み作りと寒冷地における省エネ対策

### ～(株)いわて若江農園(岩手県盛岡市)～

(株)いわて若江農園(以下同社)代表取締役の若江俊英氏は、製造業出身(トヨタ系エンジニア)で、2009年に地元での新規就農後、夏秋トマト栽培を開始し、その後法人化と規模拡大を順次行いながら、現在は約70aのハウスで社員3名とパート従業員12名でのトマト周年栽培を行っている。

令和3年度の事業報告書(別冊2)にて、同社における自社開発の作業管理システムと作業手順書による生産性向上を中心に紹介をした。また令和4年度の事業報告書(別冊2)にて、経営面・栽培面、技術面、人材面での当初からの推移と、そこでの自社システム開発やデータ活用のポイントについて紹介した。本年度は、週間社内会議の実施と生育レポートの作成による生産管理の仕組みと人材育成について、また寒冷地における省エネ対策として、ヒートポンプの利用状況について紹介をする。

#### (1)週間社内会議の実施と生育レポートの作成

##### 1)週間社内会議の実施状況について

- ・2021年に農業大学校新卒社員1名を採用し、社員3名体制となる。当時は施設増設を見越して採用したが、増設は資材高騰により中断している。また2名より3名が、相談のしやすさなどで良いと考え、また将来的に若江社長が離脱した場合も考えてのこと。
- ・新卒採用後から、社員に担当圃場を持たせ、それぞれの状況や管理方針などを週間社内会議(毎週金曜日14時～17時の定例開催)で報告し、その場で方針を決定している。
- ・以前は朝の勉強会を開催し、各種書籍や報告書(施設園芸協会のものなど)について座学を行っていたが、現在は休止している。社員の体制も固定化し、知識を覚えるよりも会議で担当圃場の状況を掘り下げることを中心に位置付けるようにしている。
- ・社内会議には担当の普及指導員(盛岡農業改良普及センター)も毎回参加している。第三者の視点を入れることも重視している。
- ・地域では産地パワーアップ事業により越冬栽培可能な施設が増え、普及センターの経営体支援グループが面倒をみるようになった。地区の施設生産者では年に数回集まる程度で、販路がバラバラなことなどから共通の目標を持ちづらく、スタディクラブ的な活動には至っていない。
- ・社内会議では担当ハウスごとの生育レポートが提示され、現状と計画の達成に向けた方針について議論が行われ、最終方針をその場で決定している。
- ・現在は、社内会議を経て各担当ハウスの管理は社員に一任されており、若江社長が各ハウスを管理することは無くなっている。

##### 2)人材育成の目標について

- ・2年間での研修、人材育成の目標を定めている。
- ・1年目では作業を覚えることその他、夏秋栽培でのホルモン処理で花芽の状態を常に観察することを重視している。また生育調査を通じたトマト全体の観察と生育の把握を目標としている。

- ・2年目では、作業者への指示や指導ができることその他、生育レポートの作成を目標としている。
- ・研修生が独立した例もすでにある。

### 3) 生育レポートの作成について

- ・5ハウス(鉄骨ハウス3、雨よけハウス2)について、ハウスごとに社員3名で分担し作成している。
- ・生育レポートの作成は、2018年に宮城県で開催されたセミナーで知った「やまもとファームみらいの(宮城県山元町)」で用いられている全農のレポートの形式を参考にしている。
- ・生育調査のデータ等をもとに、生育状況の分析や対応について文書化しているが、文章量は全農のレポートに比べ多い。
- ・各社員が担当するハウスについて、毎週木曜日に生育調査を行う。調査株数は各6株、生育調査項目は、誠和による調査項目を参考に、草丈、葉長、葉幅、莖径、葉数、容色、開花花房段数、収穫果房段数、着果数、病害発生状況(病害ごとの発生レベル)、収量などである。病害虫発生レベルは、代表的な病虫害ごとに数字(0:無し、1:一部で発生、2:複数個所で発生、3:全体で発生)で表している。
- ・生育調査結果の他に、統合環境制御装置からの出力データ(温湿度、CO<sub>2</sub>濃度、日射量、給液時刻等)、毎日の灌水記録データ(給液・培地内・排液のpH・EC、給液濃度設定値、給液量、株当たり窒素量等)等をExcelシートに入力している。シート上でデータの変化の推移をグラフ化しており、また過去のデータの確認も可能になっている。
- ・生育レポートでは、これらのデータをもとに担当社員が項目ごとにコメントを記している。そこではトマトの生育状態の推移と今後の生育の傾向、および次週の管理内容(環境、灌水、防除、作業等の予定)についてのコメントがされている。
- ・生育レポートの項目は、トマトの生育状態、環境データ、灌水施肥管理の履歴、作業内容、出荷量、累積の収量実績、および今後の栽培管理、作業内容、防除計画等である。

### 4) 生育レポートでの分析と活用について

- ・現状の分析と今後の対応については、過去との比較も含め、詳細な文書化を行っている。
- ・生育レポートは印刷資料の配布はせず、画面共有により週間社内会議で利用している(修正や最終方針の記載は、その場で行っている)。若江社長の製造業就業時(トヨタ)にも、社内レポートについて上司による文書指導が多く、そうした経験も反映されている模様である。
- ・環境制御の設定値については、統合環境制御装置での設定データのグループとしてファイル管理がされている。月ごとの設定の方針や具体的な内容については、ルーチン化した環境制御要綱として文書化がされている。生育レポートでは、要綱の利用状況や、天候に応じた要綱からの調整内容などが記され、なぜ変更を行ったのかについても履歴をたどれるようにしている。設定値の変更が突発的なものであったのか、ルーチンの中で行われたものかは、切り分けて考える必要があり、そのために変更履歴とその理由などを生育調査レポートに記録している。
- ・灌水の設定については、株当たりの給液量などが記され、生育のフェーズにより側枝の増枝などがあつた際には調整がされている。
- ・防除については、病害虫の発生状況の推移より、防除の方針や作業内容について記されている。



- ・作業予定の例として、LAI(葉面積指数、葉長×葉幅×係数(0.3))×葉数×栽植密度の式で簡易に計算)の値を参考に、葉かき作業予定を記すことなどがある。
- ・収穫状況について、収量と計画達成状況の他、1果重や糖度の推移についても記されている。
- ・社員による生育レポート作成と社内会議の開催は5年がたち、当初数年は社員の育成にも効果があったと考えている。今後は毎週3時間かけて行っている社内会議の内容について簡素化をはかり、また栽培上の減点を回避する体制となっている。今後は加点が可能となる方向を目指したいとのことである。

西棟生育レポート		2月8日～2月14日		
1. 植物状態				
・草勢と生育バランス		定植日9月8日		
		前週	今週	前週差
大玉	茎径(mm)	9.7	10.8	1.1
	開花位置(cm)	19.8	15.4	-4.4
	日伸長量(cm)	2	1.7	-0.3
中玉	茎径(mm)	8.3	7.6	-0.7
	開花位置(cm)	18.1	13.1	-5
	日伸長量(cm)	2.1	2.3	0.2
ミニ	茎径(mm)	7	7.9	0.9
	開花位置(cm)	13.9	14.8	0.9
	日伸長量(cm)	2.5	2.4	-0.1
主枝・側枝ともに伸長は良好。 先週に引き続き、開花位置は上がってきている。				
・開花段と収穫段		前週	今週	前週差
大玉	開花段	10.3	10.8	0.5
	収穫段	4.2	4.6	0.4
	側枝開花段	1	1.6	0.6
中玉	開花段	13.8	14.8	1
	収穫段	6	7	1
	側枝開花段	1.3	1.7	0.4
ミニ	開花段	15.6	16.1	0.5
	収穫段	8	9	1
	側枝開花段	1.5	1.8	0.3
側枝の下葉欠きを実施中。				
・環境データ		前週	今週	前週差
	日射量(MJ)	6.6	7.0	0.4
	日平均気温(℃)	16.0	15.5	-0.5
	昼平均気温(℃)	20.9	20.0	-0.9
	夜平均気温(℃)	13.1	12.8	-0.3
	日較差(℃)	7.8	7.1	-0.7
	培地温(℃)	16.6	16.3	-0.3
翌週も晴れの日が多くなる予報で、火曜日あたりから、最高気温が10度以上に上がる見込み。 翌週のハウス内気温は、昼平均気温22.0度、夜平均気温14.0度、日平均気温17.0度と予想する。 日較差は8.0度となり、生殖成長に向きやすい環境となる。				
◆対策:開花位置は徐々に上がってきており、生育相は徐々に生殖成長の方に推移していると見られる。翌週は、日較差もあり、摘葉も行うので問題無し。				
2. 環境制御				
・2/7 ハウス内気温が30度を越えることがあったため、月別管理要綱に沿って、天窗の設定のみ変更した。				
	天窗			
	外気依存度	変更前	外気温0度:10%、外気温16度:30%	
		変更後	外気温0度:10%、外気温6度:100%	
◆対策:まだ栄養成長が強いので、もう少し開花位置が上がってきたら、月別管理要綱を2月の設定				

図1 生育レポートの例

## (2)寒冷地における省エネ対策

### 1)気象条件

- ・厳寒期の最低気温は-10～12℃程度。日中を含め最高気温が氷点下となる日が続くことがある。冬期は午後2時過ぎには雪雲が遮り、日が陰る。積雪は20cm程度が年に数回あり、凍結により根雪となる。
- ・令和5年～6年の厳寒期は暖冬で、平年より2℃程度高く推移している。根雪も発生していない。連棟ハウス(フェンローハウス)では、平年は12月～1月の週平均伸長量が3～4cm程度と停滞していたものが、今年は7cm程度となっている。これは平年では積雪時に連棟ハウス屋根面に1～2日程度着雪していたものが無いためである。

### 2)ハウスと栽培設備、栽培概要

- ・雨よけパイプハウス2棟、大屋根単棟鉄骨ハウス2棟(うち1棟は既設ハウス譲渡によるリフォーム、1棟は新設)、高軒高連棟鉄骨ハウス1棟がある。
- ・雨よけハウスでは養液土耕栽培、鉄骨ハウスではロックウール栽培を行う。
- ・鉄骨ハウス3棟には各棟に統合環境制御装置(Next80)を導入。
- ・全体の施設面積70a、栽培実面積約60a
- ・大屋根単棟鉄骨ハウス(リフォーム、10a):9月定植、年1作型越冬栽培、つるおろし栽培(高所作業無し)
- ・高軒高連棟ハウス(20a):6月定植、年1作型夏越～越冬栽培、ハイワイヤー栽培
- ・大屋根単棟鉄骨ハウス(20a):9月上旬植替え:年1作型越冬栽培、ハイワイヤー栽培、本ハウスの収量が最も高く、大玉40t/10a台、ミニ24t/10a台。
- ・雨よけハウス(10a×2)。
- ・各ハウスとも、大玉、中玉、ミニトマトを栽培。比率は引き合いに応じ、現在は6:1:3。
- ・従業員数:役員2名(若江社長夫妻)、社員3名、パート13人(地元採用、不足はなし)、外国人技能実習生無し。
- ・高温対策:今年より屋根面に遮熱剤(レディヒート)を自家散布する。豪雨で流亡があった様子である。
- ・病虫害:過去にかいよう病による被害を経験し、現在は発生箇所を食い止めるなど、対応はできている模様。近年はコナジラミが増加し、防虫ネットの無いハウスもあり各ハウス間で連鎖している。雨よけパイプハウスで天敵導入(タバコカスミカメ)を試行中である。
- ・購入苗利用:ハルディンより9月時に花芽の見える接ぎ木2本仕立て苗の大苗を購入。

### 3)加温設備等

- ・大屋根単棟ハウス(リフォーム):重油温風暖房機(ネポン製200坪用)1台、空気熱源ヒートポンプ(イーズ製55ツイン、7HP)×3台、灯油CO2発生器1台
- ・大屋根単棟ハウス(新設):重油温風暖房機(ネポン製400坪用)2台(早朝加温には能力が不足)、灯油CO2発生器1台

- ・フェンロー型高軒高連棟ハウス:重油温風暖房機(ネポン製 500 坪用)2 台、空気熱源ヒートポンプ(ネポン製グリーンパッケージ、10HP)×4 台、灯油 CO2 発生器 1 台
- ・各棟とも 2 層カーテン(保温、遮光)、サイド 2 層カーテン(サニーコート)



図 2 高軒高ハウスの暖房設備



図 3 高軒高ハウスでの大玉トマト栽培状況

写真左:定植後の状況(令和 5 年 7 月 20 日撮影、定植日:6 月 23 日)

写真右:生育状況(令和 6 年 1 月 31 日撮影)

#### 4) 加温と暖房費等

- ・加温期間:10 月～5 月(氷点下日もある)。
- ・ヒートポンプ導入ハウスでは、ハイブリッド運転を行う。
- ・今年の冬の日平均温度は 15℃で、夜間平均温度は 13℃程度で、早朝加温を行っている。暖房設定温度は以前より下げている。
- ・ハイブリッド運転での重油加温機による暖房開始温度の調整は行なわず、光熱費の最適化には至っていない。またヒートポンプの on-off は Next80 の制御信号により 4 台同時に行われており、台数制御等によるデマンド調整までは行われていない。
- ・ヒートポンプは寒冷地仕様であるがデフロスト運転は発生している。加温期間が太平洋岸地域などに比べ長いため、ハイブリッド運転による燃油節減効果を感じられている。なお、ヒートポンプ室外機の凍結や冷媒配管が割れるトラブルが毎年発生している。今シーズンは使用前にトラブルがあり、現在は 4 台中 1 台の利用ができない状態にある。
- ・CO<sub>2</sub> 設定濃度は、一律で密閉時 600ppm。
- ・燃油価格高騰に加え、電気料金値上げの影響は大きく、以前は光熱費の対売上比は 10%であったが、現状は 13%に上昇している。収支的にもトントン状態となる(売上は 7,000 万円台で前年より増加、9 月決算で確定見込み)。

・高軒高連棟ハウス(20a、前室を除き 18a)には、栽培ベンチが 1 本追加可能なデッドスペースが補助事業要件の関係で発生している。今後は、ベンチ増設を行って増収による収支改善が見込まれる。

・高軒高連棟ハウスには前室(200 m<sup>2</sup>)があり、無加温のため樋の凍結やオーバーフローが発生し、電熱線加温による融雪を行っている。樋からの縦配管などの凍結もあり同様に電熱線加温を行っている。



図 4 高軒高ハウスの前室とヒートポンプ室外機  
(令和 6 年 1 月 31 日撮影)



図 5 高軒高ハウスとパイプハウス間の通路  
(令和 6 年 1 月 31 日撮影、例年は積雪が多く根雪状態となっているとのこと)

### (3)現地調査による委員所見

調査日: 令和 5 年 7 月 20 日(金)

(東出委員)

・寒冷地のためにエネルギーコストが大きく、冬季の低日射による影響も大きい。しかしながら、各種ハウスを組み合わせることで周年出荷しており、10a 当たり収量は大玉で 40 トン、中玉・ミニでも 20 トン以上の高い収量が得られている。

・社員によるきめ細やかな生育調査と PC による管理が植物管理の向上につながっている。また、週 1 回開催している社員らと地域の普及員による勉強会が、スタディクラブ的な役割を果たし、技術向上に結び付いている。

(阪下委員)

・冬場マイナス 15 度を下回る日もある寒冷地にあり、エネルギーコストの上昇局面で、コストの構成比率 13%(昨年までは 10%)とのこと。比較的安く抑えているように思われるが、夏場の訪問では

その理由まではわからなかった。この理由に汎用性があれば、この地域の有望なモデルとなりうる。

・また、栽培管理や労務管理のシステムは内製だが、構造はシンプルかつ網羅的で、表現も明瞭に言語化されており、新卒の社員まで運用できるなど、汎用性があった。工業管理の基礎に通じている経営者が、制御機器メーカーや普及所の管理ノウハウを上手く組み合わせることで作り上げたようで、あまりコストをかけていないのも経営上理想的である。

(田口委員)

・3名の社員が、自身の担当ハウスについて、毎週木曜日に生育調査を行い、その結果をもとに、翌金曜日の生育会議での報告資料の作成を行い、会議の場で共有・検討を行っている。その報告資料では、各種数字に基づく情報に加え、定性的な情報も記載しており、作物が今どのような状態にあるかをイメージでき、次週以降どのような方針で栽培管理・環境制御を行っていくかを皆が議論しやすいよう資料が作られており、社長と社員が皆で PDCA サイクルを回していく組織文化ができています。このような検討・方針決定のパターンは、今後、経営の規模拡大時や、品目拡大時にも有効なパターンであり、さらに社長も社員も若いことから、今後の経営発展が期待できる。

調査日: 令和6年1月31日(水)

(阪下委員)

・寒冷地ゆえ、冬季のヒートポンプの稼働状況に注目していたが、関東と同じような仕様であり、当地に十分な仕様とはなっていない模様で、凍結などが発生しており、ひとまず室外機のかさ上げ・囲い込みなどの対応が必要になっている。東北地方では導入事例が少ないため難しい部分があるが、今後は当農場の改善事例が東北地方で導入する際のよい事例となるだろう。

・訪問毎に驚かされるのは、生育レポート等のレビューが、従業員ごとのバラつきがなく、常に完結明瞭で、かつ正しい点だ。若江さん自らと、オブザーバーとして農業普及員が参加し、毎週会議を重ねている点が、何よりも従業員のレベルを高める OJT になっているように感じられた。

(林委員)

・生産管理、労務管理、販売などあらゆる面で、たゆまぬ改善の取り組みがなされていることが伺える。データ活用にも熱心である。生産管理に関して、生育レポートをパソコンで記録管理し、レポート内の管理内容にコメントも入れるなど(例えば、設定値を変更した場合は、変更した理由など)、過去を振り返って管理内容を確認し、以後の改善につなげられるように工夫がなされている。生育調査データ、環境データ、灌水量、油残量なども記録しており、社員間で情報共有がなされている。毎週の定例会議における次週の管理方針の決定や管理改善にこれらデータを活用しており、データ活用法の参考になる。社員の熟達度があがってきており、会議内容の簡素化を考えているとのことである。

・燃油式温風暖房機とのハイブリッド方式で、ヒートポンプを利用している。節油効果があるとのことであるが、デフロスト運転があり、また屋外機への凍結による故障などの不具合も生じており、寒冷地ならではの利用上の課題がみられる。また、電気料金の値上がりヒートポンプ運転経費を押し上げ、マイナス要因になっている。

## 2.2 キュウリ周年養液栽培での統合環境制御装置の導入

### ～(株)イグナルファーム(宮城県東松島市)～

(株)イグナルファームは東日本大震災後に地域の被災農家が集まり法人設立し、キュウリ、イチゴを中心に大規模施設での複合経営を行っている。キュウリ栽培では隔離容器と点滴灌水による養液栽培が行われ、地上部の環境制御と合わせ灌水施肥管理を統合的に行う環境制御装置が導入されている。令和2年度の事業報告書(別冊2)にて、同社における隔離栽培、養液栽培の概要とデータの活用について報告した。今年度は、前述の統合環境制御装置の利用状況を中心に報告する。

#### (1)経営概要

##### 1)経営規模と従業員数

- ・県内大郷町のミニトマト栽培施設1haが令和元年と令和3年の豪雨被害により栽培中止となり、現在はイチゴ1.4ha(佐藤社長個人のハウス40aを加えている)とキュウリ1haを中心に経営。
- ・キュウリ施設の社員は3名、パート従業員は24名から11名に減(2023年9月27日の現地調査時、人員の減少には作業面でのスキルアップが反映しているとのこと)。
- ・イチゴ施設のパート従業員:18名。

##### 2)キュウリ栽培概要

- ・鉄骨連棟ハウス(33a)×3棟、計1ha  
:品種:まりん(埼玉原種育成会)。
- ・促成作の定植時期を従来の12月～1月から2023年は2月にずらし、暖房用の燃油削減を行っている。収量や売上は以前よりプラスとなっている。
- ・摘心栽培年2作型(2023年促成作:1/30-2/10定植～6/30-7/10終了、抑制作:7/15-8/1定植～12/5-12/15終了)、更新型つるおろし栽培のようにわき芽を伸ばし摘心を行ってつり下げの方法も取っている、オリジナルの仕立て方を取っている。
- ・パート従業員への指示では、一定の高さでの葉かきを行うなど、簡易にマニュアル的に進めることで作業をしやすくしている。
- ・ハウス3棟中の1棟はベンチ式隔離栽培、2棟はコンテナ式隔離栽培。以前は地面とコンテナが接しておりホモプシス被害があった。現在は、コンテナを2重に置き隔離を強化している。前作はホモプシスの影響で収量は30t/10aを少し切っていたが、今作はそれを上回る見込みである。
- ・キュウリの一部(15a)で、ブルーム品種を導入予定(販路確保済、販売単価は通常の2割増、収量は2割減の見込み)。



図1 キュウリ養液栽培(ベンチ式隔離栽培)  
(2023年9月27日撮影)

### 3)販路

- ・市場(地元および秋田、4割)、仲卸(4割)、漬物等加工用途(1割)、JA(0.5割)程度
- ・OPEX(共同配送企画などを行う業者)。
- ・セブンイレブンの惣菜用途に石巻青果経由で販売開始、GLOBAL G.A.P.を販売で活用している。

#### (2)統合環境制御装置の導入と活用

##### 1)統合環境制御装置 BRID の導入と活用

- ・以前は JOP 製の換気王による環境制御(天窗、カーテン、暖房機、CO<sub>2</sub>施用)を行っていた。
- ・キュウリ栽培では設定変更を頻繁に行い、その作業負担も大きかったため、設定値のデータセットを保管し選択可能な、同社製統合環境制御装置(製品名:BRID)を3年前に導入した。費用は1,000万円程度で、キュウリハウス3棟の制御を1台で行っている。
- ・棟ごとに環境制御設定および灌水制御設定のデータセットを最大20セット作成可能である。それらのセットから1日2回(朝と昼)選んで設定を行い、制御値の設定における省力化がはかられている。
- ・各データセットの内容については、棟ごとの担当社員3名が常時微調整を行っている。
- ・環境制御の基本のデータセットは4セット程度で、冬期の最低気温を5℃、10℃、15℃・・・と5℃刻みに置き、それらに対し温度、湿度を大きく変動させないような5分単位での換気窓制御を中心に設定が行われている。
- ・灌水制御のデータセットは環境制御とは別に設定されるが、環境と灌水の制御は連動して考えており、キュウリが水を吸いやすい環境を実現するようにしている。
- ・夏期は天窗が全開となり、カーテン制御が中心で、どの程度の光を入れるかを考えて設定を行っている。

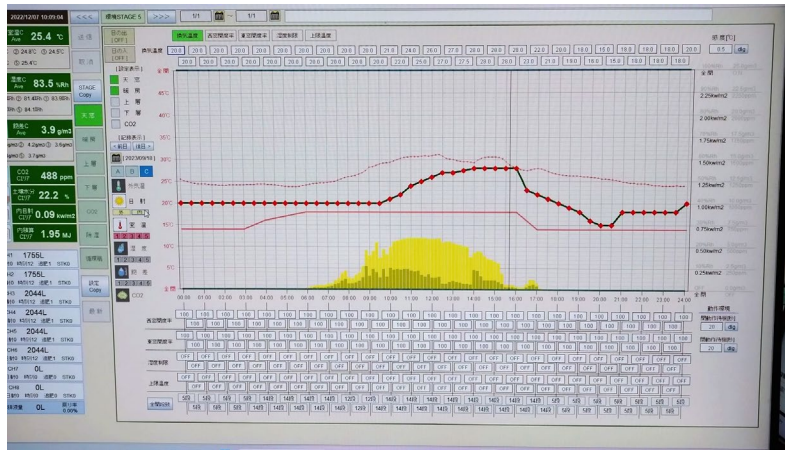


図 2 BRID 環境制御設定画面(天窓関係)



図 3 BRID 灌水制御設定画面

## 2) データの計測・記録と利用状況

- ・2年前より BRID による計測制御(地上部と地下部)を行い、従来の機器(換気王、養液王)は廃棄している。同時に CO<sub>2</sub> 施用装置(真呼吸:誠和製)も導入している。
- ・BRID のデータ共有やキュウリの樹姿の共有については専務取締役の武田真吾氏を中心に行われ、各棟を担当する社員は、BRID の画面と、環境モニタリング装置のあぐりログやプロファインダーの画面を見比べながら、設定変更や微調整を行っている。
- ・BRID では各棟の温度を 5 点(中心 1 点と周辺 4 点)計測し、ハウスの温度分布、ムラを把握している。





図 4 左:BRID 画面、右:あぐりログとプロファイダー画面

- ・摘心栽培での生育調査は、初期には葉面積を写真で記録するなど可能であるが、後期になると難しくなる問題がある。
  - ・収量データ、販売データ、作業データは継続して記録している。
  - ・県内では、トマト、イチゴの生産法人による勉強会は活発に行われているが、キュウリに関する開催は無く、近隣のキュウリ生産者(石ノ森農場、50a)と情報交換を行う程度である。県内には石巻、岩沼など産地があるが、20～30a 規模の個人経営が中心である。
- ※現地調査後、令和 6 年 1 月に、宮城県園芸推進課主催のキュウリグロワー技術交流会が初めて開催されている。

### (3)寒冷地における保温・省エネ対策

- ・定植時期を 2 月にずらすことでの燃油削減効果はあった。また従来の 1 月定植では生育が良好ではなく、その後の収量への影響や梅雨を越せないなどの問題があった。2 月定植では栽培当初に樹づくりを行い、その後一気に収量を伸ばすことも可能になっている。
- ・宮城県の事業による JFE エンジニアリングのエネルギー関連の分析が行われている。それらを参考にサイドの断熱性向上などを進めている(従来はサニーコート+ポリの 2 層、その後ポリを農 PO(0.1～0.15mm)に変更。その結果、厳寒期の省エネ効果が得られ、ピーク時の加温設定の上限值も上がっている。
- ・暖房用のハウス外周の親ダクトと子ダクトの配置の調整により温度ムラを少なくし、生育を揃えることが、作業面でも病害防除面でも重要と考えている。
- ・フッ素樹脂フィルム外張二層+サイド空気膜二層の保温効果と燃油削減効果は出ているが、比較対象は無い状況にある。

### (4)現地調査による委員所見

調査日:令和 5 年 9 月 27 日(水)

(林委員)

- ・環境制御装置として、カスタマイズ可能で細かな環境値パターンを複数設定できる機種(BRID)を 3 年前に新たに導入している。導入後にキュウリ用の設定値パターンの検討がなされ、利用度の高い 20 通りの設定値パターンを入力してある。これにより、当日の天候をみて、最適と思われる設定

値パターンを容易に選択することができるようになった。設定作業の負担が軽減され、省力化にもつながっているとのことで評価できる。環境制御装置も多種販売されているので、利用場面に適合した機種を選択が、重要なポイントである。

- ・燃料価格高騰による暖房経費の上昇を抑えるための対策が取られている。定植時期を12～1月から2月にずらすことで、燃料消費を2割ほど削減できている。他方、収量や売り上げは、むしろプラスになっているとのことで評価できる。また、ダクト配置を調整して温度ムラを縮小する、カーテン資材を保温性の高い資材に張り替えるなど、省エネ対策に努めていることが伺える。

(田口委員)

- ・個々のスキルアップに加え、現場での判断に委ねない作業指示の仕方に変更したことで、少ない人員(パート従業員11名)でキュウリ1haを栽培しているのは、特筆すべき点と言える。

- ・また、環境制御においても、設定値のデータセットを保管し選択可能な統合環境制御装置(BRID)を導入したことで、環境制御面でも従業員の負担軽減を図っている。

- ・GLOBAL G.A.P.の認証も継続されており、全体の組織運営に関し、1haという大規模での雇用型きゅうり作経営の一つのモデルになり得ると言える。

## 2.3 現地研修を中心としたオープンコミュニティによるスタディクラブの運営

### ～節なり会（群馬県館林市・板倉町など）～

節なり会はキュウリ生産者が中心となり平成 30 年に設立されたスタディクラブで、JA 部会組織などから独立した運営を行っている。令和 2 年度の事業報告書(別冊 2)にて、同会の運営方針と活動内容の中心である現地研修について紹介した。今年度は、前述の統合環境制御装置の利用状況を中心に報告する。

#### (1) 節なり会と会員生産者の栽培の概要

##### 1) 節なり会の概要

- ・宮崎県のラプター会(JA 宮崎中央田野支店)のスタディクラブ活動を参考に 5 年前に立ち上げた。オープンなコミュニティ活動を行い、他県からの参加など出入りも自由に行っていることが特徴である。有料会員 16 名、無料会員(LINE)約 90 名(半分は関係機関など)、20~30 代の生産者が多い。
- ・プロファイナードクラウド等による環境データと収穫データを会員間で共有している。売上高については共有していない。
- ・会員出荷先は JA 邑楽館林が大半で、一部直売所などがある。
- ・JA 管内では新規就農者が毎年 2~3 名いる。環境制御装置導入者は管内 500 軒中 50 軒程度で、うち節なり会会員が 20 軒程度である。

##### 2) 節なり会会員の栽培概要

- ・抑制栽培(摘心栽培)+促成栽培(更新つるおろし栽培が中心)の年 2 作型である。品種は抑制栽培ではまりん(埼玉原種育成会)が多く、促成栽培では数種類が作付けされている。当初の促成摘心栽培より、現在は更新つるおろし栽培に徐々に収束してきた。
- ・会員の収量は会の立ち上げ当初より伸びており、最高は 40t/10a 程度(小山泰平氏)であり、35t/10a 程度の会員も多いが、各々の経営のスタイルにより目指す収量は異なっている。ハウスは建設から 50 年程度経ったものから新設のものまで、様々である。

#### (2) 現地研修の具体的な内容

##### 1) 現地研修の形態

- ・月 2 回の現地研修を行っている。全体を地域別に 2 グループに分け、1 回の研修で 1 グループが 5~6 軒のハウスを視察巡回している。他に産地視察も都度行っている。
- ・定植時期が近いグループを巡回して、様々な生育状態のキュウリを観察する機会としている。移動車中なども利用しハウスごとの生育の違いなどについて意見交換を行い、巡回内容を振り返っている。

・埼玉県加須市の(株)田島農園(60a、更新つるおろし栽培、越冬＋無加温＋抑制＋半促成)の田島祥之氏が参加し、摘葉方法など具体的なアドバイスを実演しながら行うことで、内容が深まった経緯もある。

・現地研修中にスマホでのアンケートを行い、例えば視察したキュウリの樹勢を3段階で評価するなどし、集計することで自分の評価を数値化し、ズレがあれば把握できる仕組みとしている。他に葉面積や着果量などもアンケートを行う。(最近は、アンケートは行っていないとのこと)。

## 2) 現地研修での意見交換とモチベーションの向上

・トラブルが発生しているハウスにも巡回をするようにしている。他の生産者からの客観的な意見を聴く場とし、意見は遠慮なく言う形にしている。また良い点はほめるようにもしている。

・個々の生産者は、普段はほめられることもなく、また他の生産者のやり方を知る機会も少ないのが実態である。栽培技術向上の他に、モチベーション向上の場ともなっている。

・研修生や新規就農者でも、ベテラン生産者など、他の生産者のやりとりを聴くだけでも参考になるような場としている。多くのハウスを巡回して、そこで得られる情報量も大切にしている。

## 3) 現地研修の成果

・特に新規就農者には現地研修での取組みが有益となっている。

・例として新規就農者の菅谷勇太氏は、低軒高のアングルハウス 8a を研修先の生産者から借り栽培を開始している。換気装置などは手動操作であり、環境モニタリング装置も利用していないが、すでに次の規模拡大を視野に入れながら栽培をしている。これは、必ずしも高機能なハウスではなくても、収量や収益を上げる方法を現地研修から修得しているものと考えられる。

## 4) ハウス建設費高騰に対する対応について

・5年前にハウス新設した際の建設費は坪5万円程度であったのが、現在は8万円～10万円に高騰している(小山氏)。

・佐賀県のゆめファーム全農 SAGA を視察し、56t/10a 程度の高収量であった。そこでの高軒高ハウスと養液栽培施設の設備投資について20年程度の回収期間が必要な計算であった。一方で現実の経営では、投資回収期間を10～12年程度とする必要がある。佐賀県の視察では、他に武雄市のトレーニングファームで2年間研修を行った後に補助事業で建設したハウスで新規就農を行う取組みや、伊万里市での養液栽培の取組みなど、補助事業を活用した実際の状況を視察した。現在のハウス建設費高騰の中では、特に新規就農者の初期投資を抑えるよう、既設ハウスのリフォーム、カサ上げ工事などで対応する必要もあると考える(田島農園、田島氏談)。

## 5) その他

・他県からの参加者は、節なり会での活発な意見交換に魅力を感じている。参加者の地元では環境制御技術の導入等について保守的な意見も多く、議論が難しいという事情もあるためである。

・最近では労務管理に関する話題が増えている。親世代の引退が迫っており、今後は雇用型経営への移行が必要な状況にあるためである。

## 6) 節なり会川島会長ハウスと栽培概要

- ・10a 鉄骨ハウス、軒高 3.5m(基礎込で約 4m)、両天窗、外張エフクリーン GR ニューナシジ、内張 LS2 層
- ・重油炊き温風暖房機、灯油炊き CO<sub>2</sub> 発生器、循環扇設置タイプ加湿器(スズミスト)
- ・統合環境制御装置(Next80)、養液土耕装置(スナオタイマーによる制御)、土壌 EC 等モニタリング
- ・抑制栽培(6 月定植)+促成栽培(11 月定植)、品種:夏彩(埼玉原種育成会)、定植後の乾燥防止のため加湿器を導入。



図 1 節なり会会長川島英彦氏ハウスでのキュウリ栽培の状況  
(2023 年 7 月 6 日撮影)

### (3) 現地調査による委員所見

調査日: 令和 5 年 7 月 6 日(木)

調査場所: 群馬県農業技術センター東部地域研究センター、現地圃場(川島会長ハウス)  
(東出委員)

・スタディクラブとして環境データや出荷量の共有に加えて、技術レベルの高い生産者を交えた月 1~2 回の現地研修が効果的であると考えられる。LINE のアンケートにより樹姿を見る目を養い、互いに意見を言い合い褒められる関係が、技術向上につながっている。

・促成+抑制の作型で 10a 当たり 40t を出荷する高いレベルの生産者が複数存在する産地である。20~30 歳代中心の新規就農が年に 2~3 名おり、2 年間の研修で高い技術を取得した後、就農しており、産地としても今後が期待できる。

(阪下委員)

・関東でこの規模のスタディクラブは珍しく、地域も比較的広域である。施設内容も多岐に渡っているが、基本的な技術向上に向けて、中堅層だけでなく、世襲ではない新規就農者の拠り所になっているのは素晴らしい。

・勉強会の開催回数は月 1～2 回と多いのが、成功しているスタディクラブの特徴だが、このグループも同様で、各生産者の現場を回ることによってアドバイスをし合っている。まさに切磋琢磨という感じの雰囲気は注目に値する。

(林委員)

・節なり会は、自由参加型の縛りの少ないスタディクラブといえる。会員同士(有料会員に関して)が、意見を遠慮なく言い合える人間関係を築いているように感じる。会員ハウスの巡回研修における自由な意見交換や成育評価、環境データおよび収量データの共有などの活動を通して、互いにモチベーションを高めるとともに、各会員がより上位の会員を参考にしながら技術力を高め、単収(収益)増を図っている。また、経験の浅い新規就農者が会員に参加しており、これらの活動を通して、新規就農者の早期レベルアップを後押ししていることも評価できる。

#### (4)参考:全国野菜園芸技術研究会での節なり会初代会長永田亮氏の講演概要

※2023年8月2日の全国野菜園芸技術研究会神奈川大会での永田亮氏講演(事例発表:現地研修とデータ活用により施設キュウリの技術向上を図るスタディクラブ”節なり会”について)より概要を記す。

- ・節なり会の活動の3本柱として、データ共有、現地研修、視察研修がある。
- ・組織運営のコツとして、メンバーの発言に片寄りがないよう、雑談を盛んにすること、会う回数を増やすこと、同質化を防ぎカオスを許容すること、意見を言い合えることなどに留意している。メンバーが恥ずかしさを捨て、悩みや弱みも共有できるようにしている。
- ・Googleのスプレッドシートで出荷量を共有し、実力の高いメンバーがわかるようにしている。そのことで現地研修の際にも、実力の高いメンバーにいろいろ聞くことができている。
- ・農家は普段は人と出会える場が少ないため、節なり会はそれを提供するプラットフォームとして機能している。農家同士のコミュニケーションは足りないことが多く、さみしさを感じることもある。栽培以外のことでのコミュニケーションを求めることもある。
- ・メンバーが学びに集中できる環境を提供し、持ち帰れるものを一つでも作ることを優先している。運営側の大変さはなるべく出さないようにしている。
- ・メンバーの成長を最優先とし、その中で新しいメンバーも増えている。研修中の人に参加し、多くの圃場を現地研修で観て、就農初年度よりトップクラスの成績となることもある。
- ・視察先やSNSなどでの接点を通じて、メンバーが定期的に外部より情報を持ち込むようにしている。外部に目指すべき姿があるものと考えている。

## 2.4 大規模イチゴ栽培での GLOBAL G.A.P. 取得と生産性向上の取り組み

### ～赤羽いちご園 赤羽耕一氏(栃木県宇都宮市、イチゴ)～

赤羽いちご園では、個人経営として比較的大規模の 60a の施設でイチゴ土耕栽培を行っている。イチゴの輸出商談を機会に GLOBAL G.A.P.取得を行い、安全衛生面の管理の他、圃場管理での生産性向上の仕組み作りを積極的に行っている。それらの他、施設設備の特徴、データ活用の取り組み等について紹介する。

※本項は 2023 年 12 月 8 日開催の「スマートグリーンハウスシンポジウム」における事例報告をもとに記述した。

#### (1) 経歴

- ・赤羽いちご園農園主 赤羽耕一(あかばこういち)氏、1983 年栃木県生まれ(40 歳)
- ・2006 年 県立農業大学校のとちぎ農業未来塾を受講、建築科出身で農業経験が無い中、農業の基礎を学ぶ
- ・2007 年 栃木県農業試験場いちご研究所にて研修、最先端のイチゴ栽培技術を学ぶ
- ・2008 年 父親より 36a のイチゴ農場を経営委譲
- ・2022 年 GLOBAL G.A.P.取得(現在も継続中)

#### (2) 経営概要

- ・赤羽いちご園 栃木県宇都宮市下小倉町 <https://akabaichigo.jp/>
- ・施設面積:60a(本圃)、父親よりハウス 36a を継承し、加えてハウス 24a を建設。
- ・イチゴ土耕栽培(スカイベリー(39a)、とちあいか(18a)、ミルキーベリー(白イチゴ、3a))、タマネギ栽培(イチゴ栽培終了後の夏期に収穫しパート年間雇用を兼ねる、80a)、水稻栽培(4ha)
- ・家族(本人+両親)+雇用(パート常時 8 名)、研修生 1 名
- ・販路:JA 市場出荷が大半、他に直売所出荷、輸出(商社経由)を行う。年間販売額:約 6,500 万円
- ・農園主の想い「いちごはみんなを笑顔にできる!ここでしか出会えない**美味しさ**と**感動**」

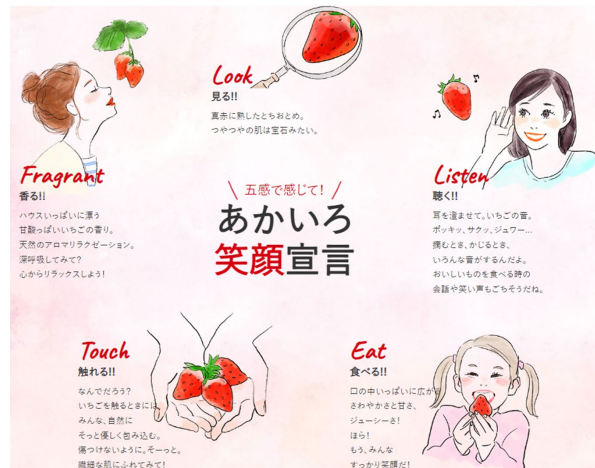


図1 五感で感じて! あかいろ笑顔宣言

### (3)施設設備・栽培概要

#### 1)単棟パイプハウス 10棟(60a)

- ・間口 6m、奥行 100m
- ・外張：農 PO(2年ごと張替え)
- ・内張：農 PO(3年ごと張替え)
- ・外張サイド換気：2段(下段のみ自動)
- ・内張サイド換気：1段(手動)
- ・無加温(ウォーターカーテン利用)
- ・燃烧式 CO<sub>2</sub> 施用(プロパンガス使用、タイマー制御)
- ・UVB 照明(Panasonic 製ランプ使用、うどんこ病防除用)
- ・循環扇(各棟 2~8台)



図2 単棟パイプハウス

#### 2)ウォーターカーテン設備

- ・14~15°Cの地下水を内張フィルム上に散水し常時流水することで保温を行う。栃木県内には地下水が豊富な地域が多くイチゴ栽培ハウスでは主流の方式である。
- ・ポンプ1台(3inch)で10棟分を散水可能。
- ・無加温でハウス内温度を10~12°C程度に確保する。最低気温-10°C程度でも使用している。





図3 ウォーターカーテン設備

左:内張と外張の間に散水ノズル配管があり、井水を散水し内張全体を常時流水状態に

中:内張の手動巻き上げ装置

(電動ドリルを装着して100mの巻き上げと巻き下げが女性従業員でも簡単にできる)

右:換気時の状態

### 3) 点滴灌水による土耕栽培

- ・8条植え(畝数:5)、株間24cm、栽植本数3,300株/棟(5.5株/m<sup>2</sup>)
- ・点滴灌水チューブ:ストリームライン、ドリップネットPC(ネタフィルム製)
- ・土壌診断により元肥施肥+液肥灌水、土壌消毒:デイトラペックスを使用、今年度は土壌還元消毒の試験をメーカーと実施中。環境や人体に影響の少ない方法を取るようにしている。



図4 点滴灌水による土耕栽培

(2023年9月18日定植)

### 4) 根の観察用ボックス

- ・畝間に透明ボックス(市販の水槽)を埋め、定期的に根の動きや色、土壌の湿り具合等を直接観察している。
- ・生育が悪く根の色が黒くなった際にはすぐに発見でき、対策を打つことができる。また生育が良ければ、次の追肥の際の指標にも使うことができる。



図 5 左: 観察用ボックス、右: ボックス内の根の様子

#### 5) 苗ハダニ殺虫システム(農薬炭酸ガス利用)

- ・高濃度の炭酸ガス施用によりイチゴ苗に付着するハダニをゼロにするシステムで、定植の前日に使用する。
- ・CO<sub>2</sub>濃度を 50~60%に管理し 24 時間密閉状態にすることでハダニの殺虫が完了する。これによりハダニの卵と成虫を 100%防除可能となった。
- ・現在はほとんどハダニも発生せず、11 月に天敵防除(ミヤコカブリダニ)を行い、春先にダニ剤による予防的な防除を 1 回程度行うのみになった。



図 6 苗ハダニ殺虫システム

#### 6) 液肥混入機、灌水コントローラ(ゼロアグリ)

- ・こまやかな灌水・施肥と省力管理のため導入。全 10 棟分の自動灌水により大幅に省力化がされた。
- ・従来は 2 日に 1 回程度で都度大量に灌水していたが、現在は 1 日 6~7 回の少量多灌水を肥料とともにやり、適切な灌水がされている。

・ゼロアグリの日射センサーと土壌水分センサーを用い、AIによる日射比例灌水制御を行っている。



図7 左:液肥混入機、右:灌水コントローラー(ゼロアグリ)

### 7) 育苗ベンチ(カタツムリポット利用による点滴自動灌水)

- ・育苗ベンチでは韓国製育苗トレイ(カタツムリポット)による点滴自動灌水により、炭疽病対策と省力化を行っている。
- ・育苗本数は予定定植本数分 33,000 株と予備苗 1 万株の計 43,000 株で、施肥はタブレット肥料による。
- ・育苗トレイ上での点滴チューブによる灌水で、従来の頭上灌水による炭疽病の胞子の広がりもなくなった。また病気の株を発見した際には育苗トレイから除去するだけで済んでいる。
- ・タイマー自動灌水で省力化となり、朝に圃場を見回って病気の株を発見する時間も取れるようになった。



図8 左:カタツムリポットを置いた育苗ベンチ、右:カタツムリポット上に設置した点滴灌水チューブ

### 8) 選果出荷

- ・包装装置(ベリーパッカー)を導入し、イチゴを詰めたパックをレーンに並べると自動でラップフィルム掛けを行い、後は箱詰めするだけになり省力化が大幅に進んだ。

・導入前にはラップ掛け作業に一人が必要であった。地域では初めての導入であったが、周辺の生産者の多くが続けて導入をしている。

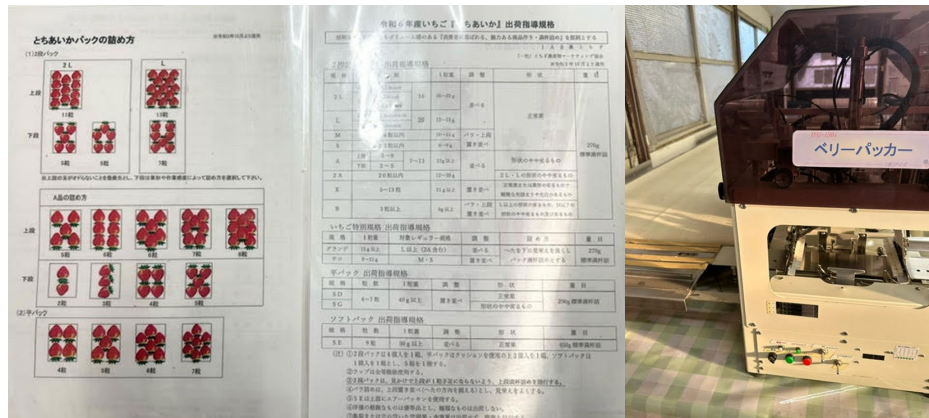


図 9 左:とちあいかの選果基準、右:包装装置(ベリーパッカー)

### 9) 環境計測・環境制御装置

- ・環境計測用のみどりクラウド 2 台を導入し 2 棟に設置。温湿度、CO2 濃度、土壌温度、カメラ画像、日射量、日照時間を計測。日々、スマホでチェックする。
- ・今年より環境計測用のハウスファーモを 1 台導入。通信料金がかからないため、試験的に導入している。単棟パイプハウスでは連棟鉄骨ハウスでのような環境制御は行わず、細かなモニタリングも必要としないため、維持コストを押さえるように考えている。
- ・環境制御用として自動換気制御装置(側窓換気用、ウィンドリーマー)を導入している。

### 10) データ活用

- ・ゼロアグリ: 灌水や施肥等の確認、LINE によるお知らせ、花芽形成時期と窒素濃度の調整、アラームの確認(フィルター詰まり等による流量低下、雷発生時の電源オフのお知らせなど)に活用。
- ・みどりクラウド: ハウス気温の確認、夜温の確認、アラームの確認(最低夜温や最高夜温を設定し、それを超えるとスマホに通知される)に活用。
- ・顕鏡: 通常の定植前の花芽顕鏡による定植時期の調整、さらに予備苗の定植後の抜き取り顕鏡と二番花分化状況の確認(追肥のタイミング判断の参考に)、展開葉数の確認と温度管理への反映(三番花も)。
- ・生育調査: 週 1 回、代表地点での葉の大きさ(幅と長さ)、根の観察、それらによる施肥設計の調整に活用。

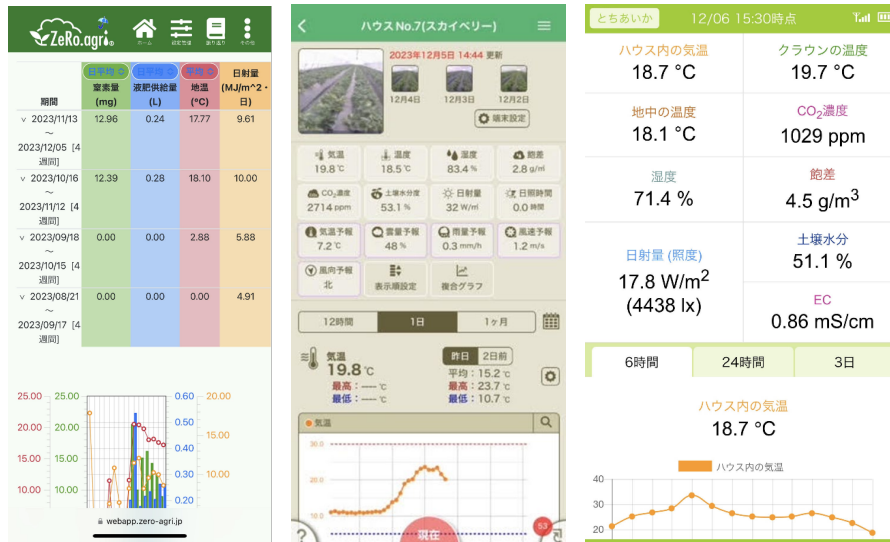


図 10 モニタリング画面(左:ゼロアグリ、中:みどりクラウド、右:ハウスファーモ)

#### (4)輸出と GLOBAL G.A.P.認証の取組み

##### 1)輸出に取り組んだ経緯

- ・2016年にUAEでの商談会出展の打診が宇都宮市よりあり、イチゴを持参して参加、現地バイヤー一試食後に輸出の打合せをした。
- ・その際は中間業者が見つからず輸出には至らなかったが、その後も自分のイチゴを輸出したいという気持ちが続いた。その後、タイへの輸出業者と知り合い宇都宮市と輸出に取り組むことになった。
- ・将来の国内需要の減少を見据え、またイチゴはみなを笑顔にでき、食べることに国境はないという想いで、世界へ向けイチゴを販売するルート作りを進めている。
- ・すでにタイとマレーシアに輸出実績があり、今期はタイに向けた輸出の準備中である。

##### 2)GLOBAL G.A.P.認証の取得

- ・その後、GLOBAL G.A.P.の研修に参加し、取得に向けコンサル指導を受け、国の助成金も活用し、栃木県内イチゴで3例目、宇都宮市内で初のGLOBAL G.A.P.取得農場になった。
- ・文書化作業(業務手順書、作業手順書、業務ルール化と明確化)について一から行い、約半年間をかけた。
- ・ゼロからGLOBAL G.A.P.に沿った圃場の整備はシンプルと考えるが、実際には父親の代からの圃場を整理整頓しGLOBAL G.A.P.に合わせ変える必要があった。
- ・2021年11月に審査を受け、翌1月に認証取得し、現在も継続中である。

##### 3)GLOBAL G.A.P.認証に取り組む理由

1. 取引先、消費者に対して「信頼性(全ての安全性の確保)」が得られる。
2. 1.の効果として、販路が拡大(国内・海外への輸出に効果的)

3. 経営が改善→生産工程を明確化することで、生産性の向上・資材コストの削減が望まれる(作業上の無駄が無くなる)
4. 教育効果→労働者の意識が向上し、生産の増大、生産物の質の向上につながる(パート従業員とのヒアリングやミーティングを開くことは少なかったが、取り組みにより意識の向上につながった)
5. リスク管理→安全性の確保、緊急時の体制確立(事故や災害の際にすぐに対処できる体制に)

#### 4) GLOBAL G.A.P.で管理する事項

- ・食品安全(衛生・農薬・肥料等):99 項目
- ・トレーサビリティ:22 項目
- ・作業従事の労働安全と健康:28 項目
- ・環境(生物多様性):69 項目
- ・作業者が取り組む主な項目:①衛生管理、②健康と安全(熱中症、ミツバチの扱い等についての対処法を、パート従業員と研修時に打合せを行っている)

#### 5) 土壌診断、水質検査、残留農薬検査

- ・GLOBAL G.A.P.の取り組みとして土壌診断、水質検査、残留農薬検査を毎年行っている。
- ・土壌診断では、父親の代のハウスの古い土壌や新設ハウスの新しい土壌も含め、全3か所で採取している。新旧の土壌では診断結果も異なり、比較のためにも診断が必要になる。
- ・水質検査は、地下水について飲用水と同じ検査項目で行っている。
- ・残留農薬検査は、290種類の農薬成分について検査を行っている。収穫開始時期に検査をし、残留農薬が無いことを確認している。

#### (5) 圃場管理の仕組みと生産性向上

##### 1) コミュニケーションの向上

- ・GLOBAL G.A.P.の取り組みによる掲示物を通じ、ルールを明確化し文書化も行ったことで、パート従業員への伝達が容易になった。
- ・ヒアリングを行い各々の意見を吸い上げ、農場の仕組み作りに反映できるようになった。



図 11 休憩室の壁に貼られた掲示物

休憩時のパート従業員の目に入り、参加意識も高めるようにしている。

## 2) 意識の向上と作業能力の向上

- ・農場での研修を通じて各従業員が作業についてやる意味などを考えるようになり、経営全体の向上を目指すような共同体意識が生まれている。
- ・従来は単に従業員に指示を行うだけであったが、意見を吸い上げながら園主の想いも伝えることで、園主の考えを良く理解できるようになり、パート従業員からの改善提案も生まれるようになっていく。
- ・今後は詳細な作業マニュアルも作成しつつ、作業のルール化や作業の単純化も進め、初心者のパート従業員にも取り組みやすくすることを考えている。
- ・現在は父親の代からのベテランの従業員から 40 代まで、年齢層が広がっている。その中でコミュニケーションの取り方としてベテランと新人のペアを組むこと、また園主が新人に教えることをベテランにまかせるなどし、全体のスキルアップもはかっている。
- ・パート従業員にも土壌分析、水質検査、残留農薬検査を毎年行っていることを伝え、農場が安全と安心を確保してイチゴを生産していることを共有し、意識を高めている。

## 3) 病虫害発生を示す圃場マップ

- ・圃場マップによる病虫害発見箇所の共有をパート従業員と行っている。休憩室に掲げた圃場マップに病虫害別に色分けしたマグネットを使い、パート従業員が発見した箇所をマップ上に示すようにしている。
- ・マップを観ながらの会話で、病虫害の発生をすぐに共有し対処するようにしている。
- ・この仕組みを使うようになり、病虫害への対処が各段に早くなった。会話の中から病虫害について質問がでることもあり、別途作成した写真入りの病虫害の資料を見せながら知識を付ける機会にもなっている。
- ・実際の圃場での発見箇所には旗を立て、本人と父親による現場確認と対処もすぐに行えるようにしている。



図 12 左: 休憩室に掲示した圃場マップと病虫害発見箇所を示すマグネット  
右: 圃場の病虫害発見箇所に立て目印とする旗

### (6)加工と販売

- ・加工品としてスカイベリーを使ったいちご羊羹を地元の和菓子店で販売している。
- ・いちご冷凍ピューレを障がい者施設に加工と急速冷凍を委託し、現在商品化中である。



図 13 いちご羊羹

### (7)今後の展開

- ・現在、規模拡大を計画中で、産地生産基盤パワーアップ事業を申請している。申請が通れば高設栽培を行う鉄骨連棟と育苗ハウスを新設し、計 1ha の経営規模になる予定である。
- ・地域の苗生産協議会(仮称)の立ち上げを JA と計画している。地域の苗生産を取りまとめ受託し、苗供給の安定化を考えている。育苗を代行できれば、夏場の休みも確保し、高齢でも負担の少ないイチゴ作りに取り組めるという地域のメリットがある。また自分たちも夏場の仕事と収入の確保になるメリットもある。
- ・ここまでは 1ha がスタートラインと思い事業をおこなってきた。1ha になれば経営も安定化し、資金調達も行って、新しいモデルを作って産地を盛り上げることを考えている。将来は、海外での農場展開と現地でのいちご販売について夢を描いている。

※事業報告書「4.3.1 スマートグリーンハウスシンポジウムの実施」にて、赤羽氏のパネルディスカッションにおける質疑応答について紹介したので参照されたい。



## 2.5 光合成量と発達速度にもとづく夜温管理による計画出荷の精度向上

### ～望月園芸 望月鉄雄氏(静岡県静岡市、トルコギキョウ)～

望月園芸の望月鉄雄氏は、環境モニタリングと植物生理モデルにもとづくクラウドサービス(Thinking Farm)を、トルコギキョウ栽培での2019年8月定植作より導入している。令和2年度の事業報告書(別冊2)において、計測値よりクラウドサービスにより提供される各種指標や管理温度の推奨値を参考に、自分の栽培管理や生育状況と照らし合わせ、環境制御に活用する方法について概要を紹介した。本年度は、光合成量などの各種データを活用した計画生産による収穫ピークの平準化、光合成量と発達量に応じた夜間温度管理と省エネの取り組みなどについて紹介する。

#### (1)栽培概要

- ・経営規模:屋根型鉄骨ハウス 18a(全2棟)
- ・栽培方法:トルコギキョウの夏定植二度切り栽培(土耕栽培)、8月下旬～9月下旬に4回に別け多品種を定植、出荷ピークが11月末～12月下旬、1月末～3月上旬、5月にある。
- ・経営の特徴:花持ちを重視した高品質な切り花を市場出荷。灌水は控えめで、花持ちについて市場評価を得ており、高い販売単価(200～300円/本程度)を維持している。
- ・環境モニタリングと植物生理モデルにもとづくクラウドサービス(Thinking Farm)を2019年8月定植作より導入。環境制御装置による集中制御は行わず、Thinking Farmにより演算・集計されるデータや天気予報などを参考に、温度やCO<sub>2</sub>濃度の目標値を独自に定めている。



図1 望月農園のトルコギキョウ栽培ハウス(2024年1月11日撮影)  
右: Thinking Farmのセンサーボックス(中央に吊り下げられた白い箱)

#### (2)データ活用の方法①:日々の光合成量に応じた夜間温度の調整と転流促進

・Thinking Farmを用いた具体的な手法として、日の入後に集計されるレポート(図2)より、昼間平均温度や日純光合成量(推定値)を確認し、気象情報サイト(気象庁予報)での外気温情報も踏まえ、前夜半と後夜半の温度設定を温風暖房機に接続した四段変温サーモで行った。

気温制御評価	
<b>A</b>	純光合成最適温度に近い環境でした。この調子で頑張りましょう。 ※高温期には純光合成最適温度を保てない場合があります。
測定値	
昼平均気温	24.3 °C
昼純光合成量	9.385 g/m <sup>2</sup>
昼蒸散量	1142.330 g/m <sup>2</sup>
昼日射	15.941 MJ/m <sup>2</sup>
昼PPFD	36.566 mol/m <sup>2</sup>
目標夜温	
目標平均夜温	15.8 °C
前夜半設定温度	17.3 °C
後夜半設定温度	14.3 °C
thinking-farm.com	

図 2 Thinking Farm 日報画面

昼平均温度、昼純光合成量、昼蒸散量、目標平均夜温等が演算される。

・例えば、夜間の外気温の低下が予想される場合であっても、純光合成量が多ければ前夜半温度を 17 °C まで高め積極的に転流を行わせた。後夜半温度はトルコギキョウの基底温度(発達の限界温度)に近い 13°Cとしている(13°C未満では花染みも発生)。

・このように、純光合成量に応じて転流をスムーズすることを念頭に置いた管理を行っている。また省エネも念頭に置き、前夜半(午前零時まで)と後夜半(午前零時以降)の温度設定にメリハリをつけながら、日々のレポートや天気予報を参考に夜間温度設定を細かく調節している。

### 具体的な制御設定例

・例 1(2023 年 2 月 5 日):昼間日射量 14.6MJ/m<sup>2</sup>(晴天)、純光合成量 9.45g/m<sup>2</sup>、早朝外気温予報 2.5°C(静岡市としてはかなり冷え込みが厳しい予報)、前夜半 17°C設定(積極加温)、後夜半 13°C設定(省エネ目的)。

・例 2(2023 年 2 月 10 日):昼間日射量 0.9MJ/m<sup>2</sup>(曇天のため小さい)、純光合成量-0.79g/m<sup>2</sup>(呼吸>光合成だった)、早朝外気温予報 5.0°C、前夜半・後夜半とも 12.5°C設定(省エネ)。

・例 3(2023 年 2 月 22 日):昼間日射量 15.7MJ/m<sup>2</sup>(晴天)、純光合成量 11.1g/m<sup>2</sup>、早朝外気温予報 7.0°C、前夜半 19°C(積極加温)・後夜半 14.5°C設定(外気温上昇にあわせ積極加温)、夜間平均温度 16.3°C。

・以上の変温管理の手法は 2023 年 2 月から採用した。2 月は暖房能力の都合で夜温が十分に上がらない日もあった。一方、4 月になり夜温が上昇しても転流促進のため夜間暖房設定を上げて調整することもあった(一般的には暖房は行わない時期)。

### (3) データ活用の方法②: 独自の指標(草勢指数)による徒長の抑制

- ・草勢指数(日純光合成量を DVR(発達速度)で割った値、値が 1 を超えると草勢が強い)は、前記の例 3 では 0.9 となった。日純光合成量、DVR、草勢指数などは Thinking Farm が出力する。DVR を毎日積算した DVI(発達量)を管理指標とし、どの程度発達が進んでいるか(遅れているか)の目安にしている。
- ・発達が進んでいても光合成量が少ないと徒長するため、望月氏は独自の指標として草勢指数(純光合成量/DVR)を用い、純光合成量と草勢のバランスを取り、徒長を抑制して切り花品質の安定化につなげている。

### (4) データ活用の方法③: 収穫時期の調整とピークの平準化

- ・春季に二番花の収穫が集中すると作業が追い付かないことがある。また外気温の上昇に任せていると収穫時期はどんどん後ろにずれる傾向にあるため、環境制御により採花期を前進させる取組みを 2022 年夏定植作で行った。結果は母の日(2023 年 5 月 14 日)に間に合わせることができた。販売単価は元々高いため大きな変化はなかったが、需要期に当たったことで確実に出荷を行うことができた。
- ・そのために、DVI の昨年と今年の計画と実績についてグラフ化を行っている。開花に必要な発達量となれば収穫を迎えることが、過去のデータより分析されている。採花期の調整を前述の夜間暖房設定値の調整などにより行いながら、DVI の推移を確認し、計画する収穫時期の実現をはかっている。
- ・多品種(約 15 品種)を栽培する中で、品種による早晚性の違いも DVI により把握しており、収穫作業の分散化に利用している。

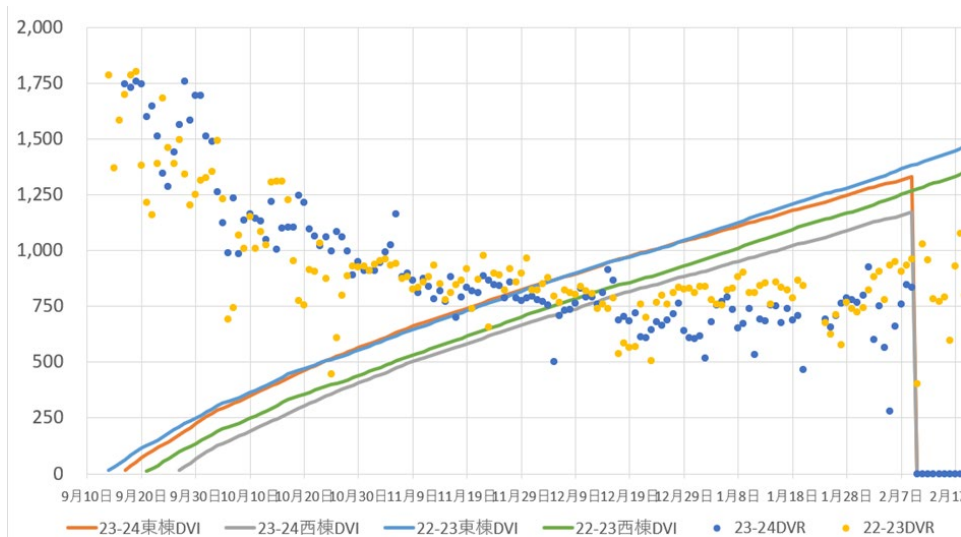


図 3 Microsoft Excel で作成した、年間の DVI の推移グラフ

#### 具体的な制御設定例

- ・例 4(2023 年 4 月 29 日): 昼間日射量 25.2MJ/m<sup>2</sup>(晴天)、純光合成量 1,141g/m<sup>2</sup>、昼間平均温度 25.2℃、夜間平均温度 19.8℃、前夜半 20℃・後夜半 15℃設定。母の日に出荷が間に合うよう暖房を行う。

## (5) CO<sub>2</sub> 高濃度施用の取組み

- ・冬期曇天で日射量が低下する日には、換気窓が閉じた状態のため CO<sub>2</sub> 施用濃度を 1,000ppm 程度に高めることができ、光合成量を上昇させている。
- ・CO<sub>2</sub> 施用は日の出 15 分後に開始し 1,000ppm を目標に。天窓が 1 回開くと 400ppm を目標にし、開きそうもないようなら再度 1,000ppm を目標にしている (CO<sub>2</sub> 濃度コントローラの手動設定による)。

### 具体的な制御設定例

- ・例 1 (2023 年 1 月 17 日) 昼間日射量 8.4MJ/m<sup>2</sup> (曇天と晴天)、昼間平均温度 24.1°C、純光合成量 10.31g/m<sup>2</sup>、日中はほぼ CO<sub>2</sub> 施用を連続して行った (灯油使用量は 5~6ℓ 程度で経費も千円/日未満)。
- ・例 2 (2023 年 1 月 29 日) 昼間日射量 14.7MJ/m<sup>2</sup> (晴天)、昼間平均温度 24.2°C、純光合成量 9.3g/m<sup>2</sup>。例 1 より日射量が大きかったにもかかわらず、純光合成量は低下した。



図 4 CO<sub>2</sub> 濃度コントローラ

(中央上の白いボックスはダブルエム研究所製、ハウス 2 棟に設置)

## (6) その他の取組み

### 1) データ共有と音声入力機能の利用

- ・望月氏のデータ管理と活用は、Thinking Farm や天気予報等から得られるデータを、Microsoft 365 上の Excel のワークシートに入力し、過去のデータを参照しながら行われている。ワークシート上には、温度設定についてなぜそのように考えて行ったかのメモがコメントとして残されている。過去の同月同日などの設定内容を振り返る際には、コメントを参照し、その当時の判断について確認して新たな判断の参考にしている。
- ・最近では Microsoft 365 のファイル共有機能を利用し、圃場でのスマホによるワークシートへのコメント書き込みを音声入力で行っている。そのことでデータ管理の省力化や確実な記録が行われている。

房④ 日没 ~24時	g/m <sup>2</sup>		早勢指数		DVR (昼夜温度10.0℃)					
	昼平均 気温	昼純 光合 成	日純光合成 /DVR	夜平均 気温	差異	昼純光合成 目標夜温	日平均 気温	DVR	2番花GA3処 理以降の東 DVI	2番花 理以降
19.5	24.6	8.53	0.67	15.2	-0.40	15.60	19.0	9.04	581.71	29
19.0	24.1	7.07	0.52	15.2	0.10	15.10	18.9	8.87	590.58	30
19.5	24.0	8.08	0.65	15.0	-0.40	15.40	18.7	8.75	599.33	31
19.5	23.6	7.96	0.65	15.0	-0.40	15.40	18.6	8.58	607.91	32
19.5	23.7	8.44	0.70	15.0	-0.50	15.50	18.7	8.67	616.58	33
19.5	23.6	7.34	0.53	15.9	0.70	15.20	19.1	9.08	625.66	34
16.5	21.7	6.47	0.63	13.5	-1.40	14.90	16.9	6.89	632.55	34
19.0	23.6	8.65	0.76	14.7	-0.90	15.60	18.3	8.33	640.88	35
18.5	23.9	7.79	0.65	14.6	-0.70	15.30	18.5	8.51	649.39	36
19.0	23.6	8.71	0.73	15.1	-0.50	15.60	18.7	8.67	658.06	37
19.0	24.4	8.82	0.74	14.9	-0.70	15.60	18.8	8.80	666.86	38
19.0	23.7	8.84	0.77	14.8	-0.90	15.70	18.5	8.49	675.35	39
18.5	23.9	8.98	0.73	15.4						39
17.0	23.7	7.09	0.55	15.1						40
15.0	23.9	7.17	0.62	14.0						41
15.0	20.1	1.55	-0.08	13.6	0.10	13.50	16.4	6.36	707.49	42
15.0	22.1	2.63	0.07	13.7	-0.10	13.80	17.3	7.28	714.77	42
17.0	23.9	6.77	0.52	14.8	-0.20	15.00	18.7	8.68	723.45	43
18.0	24.5	8.36	0.69	14.8	-0.70	15.50	18.8	8.85	732.30	44
18.0	23.7	9.93	0.90	14.6	-1.40	16.00	18.5	8.53	740.83	45

望月鉄雄:2023.01.18  
今夜から夜温設定を「2番花取り設計モデル」に合わせる。

図 5 Microsoft Excel で作成したコメント入りの日々の Thinking Farm や暖房設定のデータ

## 2) 暖房費と費用対効果について

- ・重油使用量(経費)は 2020 年作 32,000ℓ(約 190 万円)、2021 年作 34,000ℓ(約 300 万円)、2022 年作 33,500ℓ(約 300 万円)とあまり増えていない。
- ・面積当たりの暖房費は、一般的なトルコギキョウ栽培に比べ高いと考えられる。しかし、望月氏は、Thinking Farm より得られるデータを根拠として夜間暖房温度等の設定を行っており、無駄に夜温を高くしているわけではなく、品質向上や計画出荷における費用対効果を実感しているとのことである。

### (7) 現地調査による委員所見

調査日: 令和 6 年 1 月 11 日(木)

(阪下委員)

- ・Thinking Farm を活用し、独自のトルコギキョウ用の DVR という「発達量」を制御していくことで、もっとも高く売れる時期の出荷を逃さないよう、環境制御を行っているのが特徴で、とくに望ましいスマートグリーンハウス活用の事例であると思われる。
- ・望月氏は年齢こそ 70 歳を超えているが、頭が柔らかく、活気に満ちている。スマートグリーンハウスの導入に年齢は関係ないことを証明しているよい事例と思われる。

(林委員)

- ・環境モニタリングと植物生理モデルから、各種成育パラメータを提供するクラウドサービス (Thinking Farm) を数年前から使用しており、それにより提供されるデータや推奨値を参考に環境管理をしている。その結果、収穫時期の調整や収穫の平準化がうまくできるようになり、作業管理も楽になったとのことである。このようなサービスを有効活用し、実質的な成果をあげている好事例である。今後のスマートグリーンハウス化を推進するうえでの参考になる。

## 2.6 スマート農業実証事業等を活用した勉強会活動、収量予測と販売との連携の取り組み

### ～JA 西三河きゅうり部会(愛知県西尾市、キュウリ)～

JA 西三河きゅうり部会では、県による「あいち型植物工場推進事業」や愛知県経済連による支援などにより、環境制御機器、環境モニタリング機器の導入と活用が進んできた。令和4年度の事業報告書(別冊2)において、その経緯やモニタリングデータの活用に関するポイントについて紹介した。本年度は、スマート農業実証事業等を活用した勉強会活動、収量予測と販売との連携等の取り組みについて、現地調査での聞き取り内容を中心に紹介する。

#### (1)きゅうり部会での勉強会活動と若手メンバーの取組みについて

- ・従来からきゅうり部会では、環境モニタリングデータの分析などを中心に行う勉強会が年3回開催されていた。その後、「スマート農業実証プロジェクト」や「データ駆動型農業の実践支援体制づくり支援事業」を活用し、新たなデータ計測や専門家によるアドバイス、若手メンバーを中心とした様々な勉強会にも取り組んでいる。
- ・産地の後継者世代である若手メンバーが、勉強会活動を通じどのようにデータを活用、結果を生み出しているか、等について現地での聞き取りを行った。

#### 1)各種勉強会の概要について

きゅうり部会では、部会活動における勉強会の他、事業を活用した外部の専門家によるものなど、各種勉強会を開催している。

#### 1.従来からのきゅうり部会での勉強会

- ・収量増を目的とした勉強会。3つのグループによる勉強会をグループごとにシーズン中に3回開催している。
- ・各グループはハウスや設備、年齢などにより、また希望によって分けられている。勉強会のテーマとして、「自分の栽培を知ろう」と、「自分の圃場特性を知ろう」の2点が掲げられている。

**グループ勉強会**  
シーズン3回×3グループ(計9回)  
ハウスや設備、年齢などにより  
希望者を3グループに分ける  
親子で別々のグループに  
分かれて参加することも  
各自のデータを比較し、話し合う

**テーマ**  
①自分の栽培を知ろう  
②自分の圃場特性を知ろう



選果場の事務所に農作業終了後に集う

#### 図1 きゅうり部会でのグループ勉強会

(資料提供: JA 西三河、令和3年度スマートグリーンハウス転換の手引き掲載)

## 2. 種苗メーカーのほ場での勉強会

・キュウリ農家向けの栽培指導、新品種、病害などの勉強会。

## 3. あぐりログ勉強会

・きゅうり部会では 2014 年よりインターネットを通じハウス内環境のモニタリングを行うあぐりログを導入し、温湿度、日射量、CO<sub>2</sub>濃度等の計測とグラフ化、クラウド上でのデータ共有を行っている。あぐりログはインターネット上のサーバーを通じ、自分のハウス環境の現在値や過去の推移をみるの他、グループ内でのデータ共有も行えることが特徴である。また、あぐりログではデータ構造を、ハウス毎、データ種別毎、期間毎とし、様々な切り口でデータの処理や集計を行えるようにしている。

・あぐりログ勉強会では、10 人程度で、あぐりログのデータを共有しながら、栽培について意見交換やノウハウを教えあう形で年 3 回程度開催している(参考:令和 3 年度スマートグリーンハウス転換の手引き)。

・芽かき、11 月(暖房機やカーテンの使用が始まる時期)、2 月(日射量が増える時期)、3 月(換気量が増える時期)などのハウス管理が変わる節目に、自分のデータを見ながら、実施してきたことを振り返り、今後を話し合う機会となっている。

## 4. デルフィー・ジャパンによる専門家指導と勉強会

・「データ駆動型農業の実践支援体制づくり支援事業」を活用し、デルフィー・ジャパンの栽培コンサルタントにより、栽培期間中に月 1 回程度の圃場定期巡回と栽培レポートによるアドバイスを受ける。

・生産者同士での栽培レポートの読み合わせ勉強会を行い、植物の状態をどう整理するのかを理解しながら、環境制御設定等についてのディスカッションを進めている。

・栽培コンサルタントからは生育調査用紙に生産者が記入した考察に対してのアドバイスも得ている。特に収穫までの日数と環境データについての分析を行っている。生育調査も従来週 1 回であったものに加え、毎日の調査も行っている。

・生育調査は専用スマホアプリにより簡便に記録している。生育調査記録シートを紙に出力し、勉強会で見比べている。次週の管理への反映などの意思決定までは活用していない。

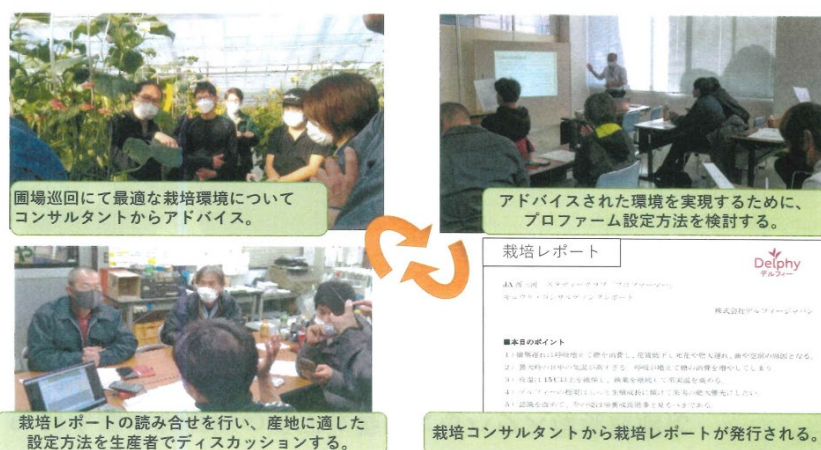


図 2 デルフィー・ジャパンによる圃場巡回と栽培レポートの発行

(資料提供: JA 西三河)



図3 生育調査についての生産者の考察と栽培コンサルタントのアドバイス  
(資料提供:JA 西三河)

### 5.PLANTDATA による専門家指導と勉強会

- ・「データ駆動型農業の実践支援体制づくり支援事業」を活用し、PLANTDATA による光合成チャンバー(フィルムで植物体を覆い、出入りする空気の温湿度、CO<sub>2</sub>濃度を測定、光合成速度や蒸散速度を計算するもの)をきゅうり部会で計4台を導入、3年間で9ハウスのデータを取得している。
- ・光合成や蒸散に関するデータの見える化を進め、統合環境制御装置(プロファーム: DENSO製)のデータとも照らし合わせている。また生産者7名による生育環境と植物応答に関する勉強会を開催している。
- ・PLANTDATA と生産者7名によるミーティングを年7回開催し、豊橋技術科学大学の高山教授など植物生理の専門家とのディスカッションを行っている。生産者がデータについて自分ではわからない箇所について意見をもらう機会が得られている。

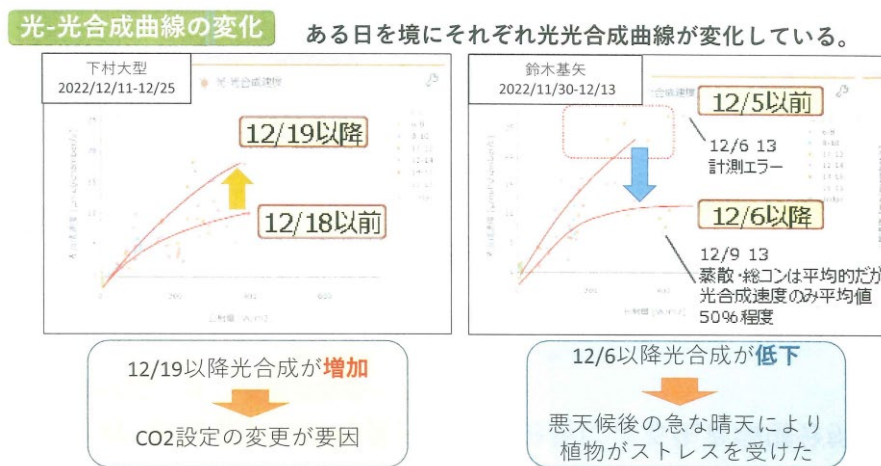


図4 光-光合成曲線の変化と要因についての考察  
(資料提供:JA 西三河)

### 2)若手メンバー3名のプロフィール、コメント



・現地調査での間取りの場に参加した生産者4名全員が、データ駆動型農業の実践体制支援事業(令和3～5年度)の対象生産者(対象7名のうちの4名)である。

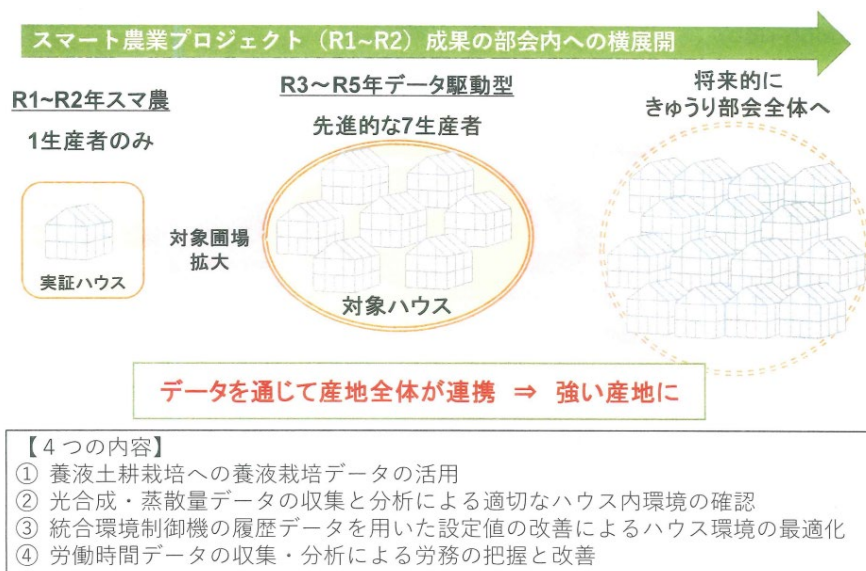


図5 データ駆動型農業の実践体制づくり支援事業を活用した産地づくりのイメージ  
(資料提供:JA 西三河)

### 1.織田和弘氏

- ・3代目後継者。現在父とパート雇用により、ハウス3棟(44a)でキュウリを栽培中。
- ・データ駆動型事業に参加する前は、従来農家のように感覚で機器の操作や管理をしていた。
- ・事業参加により、皆でデータを観ながら、数字に留意するようになった。栽培での実際の状況は、完全には数字に一致していないと感じることもある。
- ・他の若手メンバーに対しては、従来の感覚でやっていたことについて意識改革をしてもらえよう、また公平に同じ情報を共有できるように、繰り返し伝えている。

### 2.鈴木幸雄氏

- ・後継者。本人と従業員により、ハウス3棟(62a)でキュウリを栽培中。
- ・データ駆動型事業に参加する前は、感覚で管理を行っていた。
- ・事業に参加することにより、キュウリの状態の変化を数字で把握できるようになり、また過去の履歴も確認し、栽培管理に反映することが可能になった。
- ・労務管理は agri-board を活用中。パート従業員の作業能力を数字で把握し無駄が見えてきたところ。使いこなすまではいっていないが、もう少しやってみたい。

### 3.鈴木基矢氏

- ・後継者。
- ・きゅうり部会青年部の意識改革を進めることが自分の役割と考えている。
- ・青年部の生産者は10年後には中心となる層である。これからは家族経営から脱却し、ある程度の規模で安定した経営ができるようにとの思いから事業に参加している。

### 3)「データ駆動型農業の実践体制づくり支援事業」における若手生産者の活動と産地について(下村堅二氏(JA 西三河きゅうり部会改革プロジェクトサブリーダー)による補足)

- ・事業に参加するきゅうり部会の若手生産者(7名中の下村氏を除く6名)に対し、データの見方、活用方法についての勉強会を実施中である。今回参加の3名は雇用型経営で成果をある程度出している。他の家族経営型の若い生産者に対しても、データを活用した経営の効率化を行い、規模拡大に結び付けることを考えている。
- ・産地としても、今後少しずつ規模拡大し、5年後、10年後も希望をもって経営できることを期待している。データ活用に関し、栽培そのものよりは経営面を重視している。データをオープンにし活用できる状況にしており、他の若手生産者も積極的に活用してほしいと考えている。

### 4) agri-board による労務データの収集と分析について(下村氏補足)

- ・労務管理に負担を感じていた下村氏、鈴木氏が客観的にデータを取るため、データの入力と集計、各種レポートの出力を行う agri-board を使い始めた。大規模経営体向けに開発されたシステムで、小規模経営体では入力作業の負担が大きく、入力方法など産地に合わせた使い方を独自に行っている。
- ・agri-board では、作業員、区画、時間、作業量が自動集計され、実績レポートの画面で確認ができる。また agri-board よりデータを CSV で吐き出し、Google データポータルから生産者間比較などができるようカスタマイズしている。2年間のデータ取得が可能で、昨年度との比較も行っている。複数生産者間で比較しながら検証することが大事と考えている。
- ・愛知県農業総合試験場が労務データの分析を行い、定期的に産地での勉強会を開催している。季節や収量に応じた各作業時間の変化を数値で把握し、経営体ごとの作業時間割合や推移も比較しながら、経営の特徴や改善すべき作業について検討している。

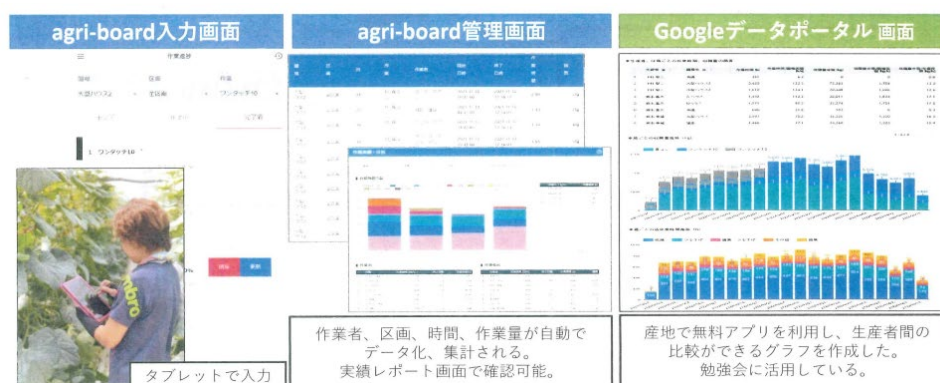


図 6 agri-board による労務データの収集と分析(資料提供: JA 西三河)

### 5) 従業員のエンゲージメント向上への取り組みについて(下村氏補足)

- ・農研機構のアンケート分析ツールを活用し、3経営体での従業員に対し職場に対する満足度調査を実施した。アンケートの目的は従業員の生産性やモチベーションの向上や従業員の定着のためである。

・アンケート結果として、給与面での満足がある一方で、交通費支給など具体的な要望も出ており、今までも従業員から薄々感じていたことが明確になっている。今後の活用については検討を進めている段階である。

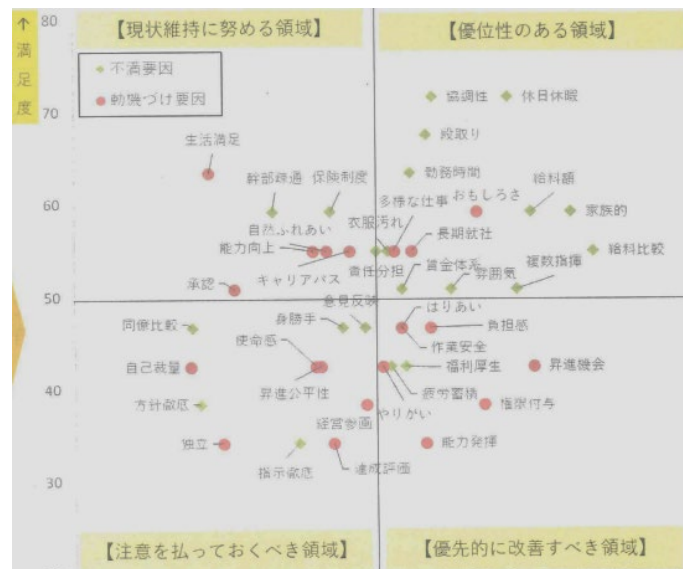


図7 従業員の職場に対する満足度調査アンケート結果(資料提供:JA 西三河)

### 6) その他のデータ活用について

・「データ駆動型農業の実践体制づくり支援事業」では、養液栽培での吸肥量データをもとに、生育ステージごとの吸肥料を計算し、収量当たりの必要な施肥量と実際の施肥量との比較をするなど、養液土耕栽培へのフィードバックを行っている。

・「スマート農業実証事業」を行ったことで、栽培データをどう読み解けばいいか?について、生産者の理解が大きく変わった。経営改善、経営の安定化にデータ活用が大事と考える生産者には、関連した情報を公平に届けるようにしている。

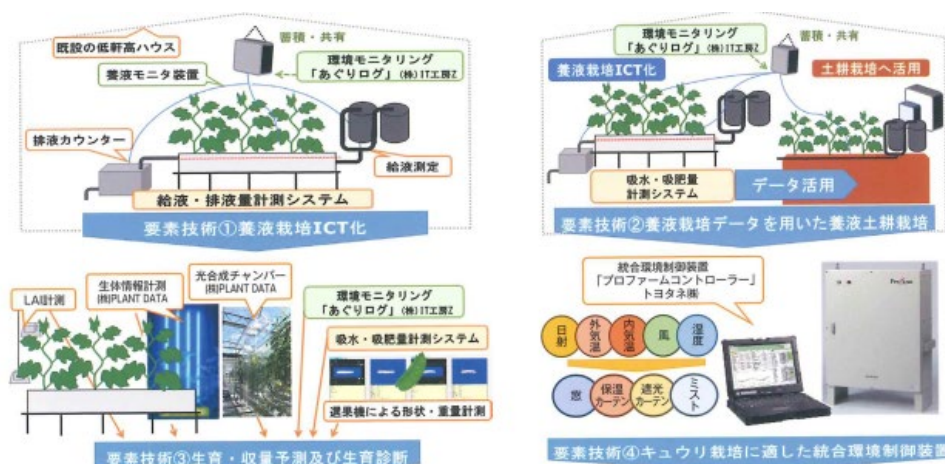


図8 令和元年度スマート農業実証プロジェクト  
「ICTに基づく養液栽培から販売による施設キュウリのデータ駆動経営一貫体系の実証」

導入技術:①養液栽培 ICT 化、②養液栽培データを用いた養液土耕栽培、③生育・収量予測及び生育診断、④キュウリ栽培に適した統合環境制御装置  
 (出典:JA 西三河における生産から流通・販売のデータ駆動型一貫体系の実証、令和 3 年度スマート農業実証プロジェクト)

- ・若手メンバーはあぐりログの導入後に、部会の中でも聞きやすい先輩や仲間などにデータ活用の仕方や改善方法などを聞き、自分の栽培に取り入れている。織田氏も親の方法を正解だと思っていたが、データ活用を始めてからは管理方法を変えている。
- ・部会全員に声かけ、有志がデータ活用の勉強会に参加しているが途中で抜ける人もいる。数値を入れていく地味な作業が負担とを感じる人もいる。若手を中心に栽培履歴として他と比較するために保存する形が多い。部会の平均推移に対して、自分がどうだったかの検証に使える。

## 7)後継者について

- ・地域ではキュウリ栽培での新規就農は少ない。下村氏は自分も新規就農者であった経験も含め、受け入れた就農希望者に対し、施設園芸は初期コストが大きいことなど厳しい状況をしっかり伝えている。
- ・後継者は子どもや子どもの結婚相手、婿養子などが中心。トヨタ系列で働き、辞めて就農する人もいる。ハウスは居抜きが多く継続使用が可能なケースが多い。
- ・イチゴでは育成プログラムがあるため、新規就農者がいる。

## (2)出荷量予測・販売について

- ・令和 3 年度スマート農業技術の開発・実証プロジェクトにより、2 週間先までの産地全体の出荷量を出荷予測モデルで予測を行っている。モデル開発は Pwc による。

産地にある情報をもとに 2 週間先までの産地全体の出荷量を出荷予測モデルで予測します。予測情報を JA あいち経済連に提供し、生産状況にあわせた安定した販売の実証を行います。



図 9 2週間予測情報を活用した安定販売の実証

(出典:JA 西三河における生産から流通・販売のデータ駆動型一貫体系の実証  
 令和 3 年度スマート農業実証プロジェクト)

- ・出荷量予測は二週間先の産地全体の予測を行うもので、個別生産者での予測は行わない。
- ・出荷量予測モデルは、OpenWeatherMap(現在の天候や予測履歴を含む各種気象データの無料APIを提供するオンラインサービス:Wikipedia)等を用いてAIを活用し翌週、翌々週の日射量等の環境値予測を行い、さらに直近の収穫実績と環境値から出荷量予測を行うもの。
- ・出荷量予測でPwcが実施しているポイントは、日射量の予測を、天気情報を活用し機械学習を行っている点である。

### 出荷量予測モデル・予測方法の概要

- ・ OpenWeatherMap(OWM)の(週間)天気予報を用いて、翌週・翌々週の環境値(特に日射量)を予測
  - ・ 環境値予測には機械学習(サポートベクターマシン)を採用

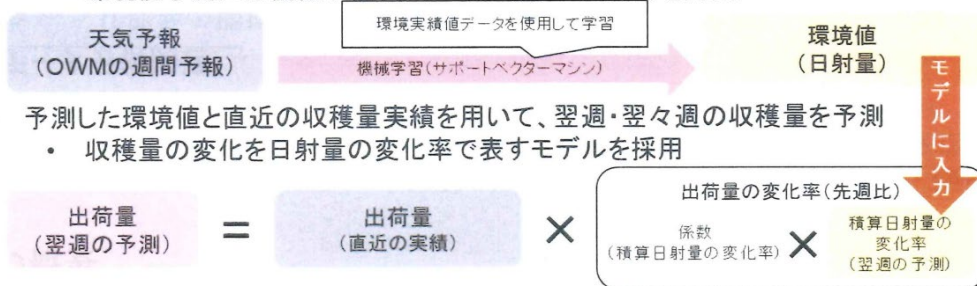
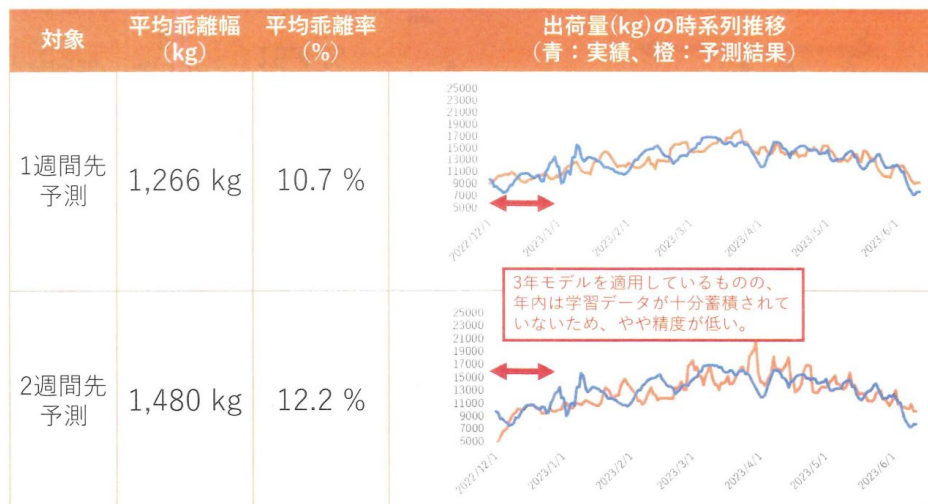


図 10 出荷予測モデル・予測方法の概要(資料提供:JA 西三河)



※ 予実ともに7日間後方移動平均を取っている。

図 11 令和4年作での産地全体の出荷量予測例(資料提供:JA 西三河)

- ・収量予測結果は、週に3回、下村氏による予測へのコメントや天気予報情報とともに、JA あいち経済連、愛知県、JA 西三河の関係者に共有される。予測結果は経済連販売担当者が参考にするもので、生産者にはそのままは出していない。
- ・出荷量予測を活用した経済連による販売活動として、市場向け販売では事前に数量・価格を決めた取引、納品に向けての出荷量調整、量販向け2週間取引への参画などを実践している。

### (3) 個包装選果について

- ・令和3年度スマート農業技術の開発・実証プロジェクトで、袋詰め選果機を導入し、選果袋詰めの自動化を行った。選果機では、個包装にラベルを貼り、ラベルには価格、バーコードの他、消費者向け情報を発信するためのQRコードが掲載される。価格は販売先のスーパー側が決めている。
- ・袋詰め選果機の導入により、鮮度や品質を向上して販売することや、販売の自由度を増すことを狙っている。袋詰めするキュウリは、JAが一定品質のものを作る生産者から選んで使用している。
- ・高級スーパー向けの出荷を行い、全体の販売金額の2%程度である。次年度以降増やしていきたい。名古屋では袋詰めは安売りのイメージがあるなどの課題がある。



図12 個包装を行う袋詰め選果機とラベル例

(出典:JA 西三河における生産から流通・販売のデータ駆動型一貫体系の実証  
令和3年度スマート農業実証プロジェクト)

#### (4)現地調査による委員所見

- ・調査日:令和5年8月9日(水)
- ・調査場所:JA 西三河あぐりセンター小牧2階  
(東出委員)
- ・販売面についてはJA側が主に担っており、キュウリ部会としては栽培技術の向上に専念できる環境である。施設園芸向けのスマート農業技術のほとんどすべての技術やサービスを導入し、試験している。現段階では、特定の技術を普及拡大する予定ではないかもしれないが、これらの試験を通して、部会員の作物へ対する目や技術が高まっているのは間違いないと思われる。生育調査をすぐに栽培管理に反映できないのは、多くの産地でも共通であり、研究側として改善すべきと認識している。
- ・産地の収量予測については、天気予報の精度とそれに基づいた日射の推定精度がポイントであることを究明しており、改善点は明らかとなっている。産地の収量予測から個々の生産者の栽培方針や利益に結び付くように発展できるとよい。  
(阪下委員)
- ・スマート農業技術の開発・実証プロジェクトに熱心に取り組んでおり、栽培技術については中心となる生産者のみならず自治体やJAまで非常に熱心であり、理解度が高く、高度な勉強会を毎月開催しており、成果が上がっているようであった。

・一方、商流面で付加価値付けを狙った「パック販売」については、農業者や高齢者の多い土地柄があつて、むしろ「格落ち品」と捉えられてしまつており、狙つた通りに行つていなかった。おそらく西三河内の刈谷・安城や名古屋市内では千種区・名東区といったベッドタウンにターゲットを合わせれば成果が上がるものと考えられ、営業開発が必要と思われた。

・今後は、当地は古くから塩田が開け、みそ・みりんなどの醸造業が発展した地域であることを踏まえ、キュウリの健康的な食べ方提案、たとえば、同じような地域では和歌山県の「金山寺みそ」を模して、キュウりを活かす調味料の開発とクロス MD に力を入れたほうがよいと思われた。とくに近年「みそ」の健康効果はさまざまな論文が注目されているが、残念ながら立派な直売所には、当地の調味料と青果とのクロス MD はほとんどみられなかった。

(林委員)

・当キュウリ部会(あるいはリーダー的部会員)は、県や JA 担当者と連携して、スマート農業に関する実証プロジェクトや実証試験、支援事業などに積極的に参画し、様々な先進的テクノロジーの実証活動に熱心に取り組んできている。その中から、導入意義のあるテクノロジーを見極めて、活用しようとする姿勢がうかがえる。これらの活動にはそれなりの時間が割かれていると思われるが、部会全体のレベルアップや将来的な産地維持につながるものと期待する。

・今までの経験や勘による感覚的な管理を、数値化したデータに基づく管理に置き換えることで経営改善を進めようとしている。勉強会などを通して、データをどう活用するか、数字をどう解釈するかなど、模索検討がなされている。また、勉強会は若手教育の役割も果たしている。部会の生産者数は減少傾向にあるなか、新たな技術導入や勉強会を通しての技術レベルアップなどの効果によるところが大きいと思われるが、年々単収を上げてきており、部会全体の生産量は維持されている。

## 2.7 新規就農からの規模拡大と従業員参加による生産管理の取り組み

### ～(株)細野ファーム (岐阜県池田町、トマト)～

(株)細野ファームの細野晃大氏は2016年に21歳で細野ファームを設立し、トマト養液栽培を開始している。その後、法人化と規模拡大、独自の商品開発や環境制御システムの開発と販売などを手がけている。そうした取り組みの他、従業員の農場運営への参加による生産性の向上等について紹介する。細野氏は昨年度のス마트グリーンハウス AWARD2023 大賞を受賞<sup>注)</sup>している。※本項は2023年12月8日開催の「スマートグリーンハウスシンポジウム」における事例報告をもとに、現地調査での聞き取り内容も加え記述した。

#### (1) 細野晃大氏経歴

- ・(株)細野ファーム <https://hosofarm.com/> 代表取締役 細野晃大(ほそのあきひろ)氏、1995年岐阜県大垣市生まれ(28歳)
- ・学生時代まで農業に触れなかったが、元々自然や理科が好きで農業に興味があった。
- ・畑作から農業を経験したが、露地栽培で1月先のシフトが組めない状況に絶望し、施設園芸を目指した。
- ・2015年にトマト農家で研修を開始し、研修先施設18aを買取り2016年に細野ファームを設立、2019年に(株)細野ファーム設立により法人化。

#### (2) 経営概要

- ・会社名: 株式会社細野ファーム 岐阜県揖斐郡池田町萩原 <https://hosofarm.com/>
- ・設立: 2019年12月23日
- ・内容: トマトの生産販売、トマト加工品販売、環境制御装置の開発販売、農業参入コンサルティング、生産管理コンサルティングなど
- ・従業員数: 11名(全員30～40代)
- ・栽培施設: ①フェンロー型ハウス(22a、固形培地耕)、②大屋根型単棟鉄骨ハウス(18a、ハイポニカ農法)、計40a
- ・売上高: 4800万円(フェンローハウスでの売上高: 1600万円/10a)
- ・品種: 大玉トマト(麗旬)、中玉トマト(フルティカ)、ミニトマト(スピカのカラーバリエーションなど)
- ・販売先: 地元量販店(バロー、カネ井青果、イオン)、生協(東海コープ事業連合、コープぎふ、コープみえ、コープあいち)、直売店(自社直売所、JAいび川4店舗、道の駅)

#### (3) 細野ファームの企業理念と経歴

##### 1) 企業理念

- ・**ミッション**「消費者のニーズより1つ上のマーケットイン、技術と地域資源を用いたプロダクトアウト」…消費者のニーズよりも少し上を行くことで長く愛されるように、トマトの収量や品質を高めるに



は技術が必要であり、その場所でトマトを生産する意味(地域の気企業とのタイアップによる排熱排ガス利用など)を考えること。

- ・ビジョン「2028年までに大規模化、物流効率化とPB化によるセンター納品で新鮮な野菜を届けること、地域資源(水、地熱、工場排熱排ガス等)を活かした持続可能なハウスの建設」
- ・ヴァリュー「自社販売によるニーズ把握、そして技術による生産。川上から川下まで行う組織」

## 2) 細野ファームの経歴

### 1. 2016年 細野ファーム設立

- ・細野氏 21歳の時に設立し、研修先より18aのハイポニカ農法によるハウスを継承する。
- ・「トマトで少しの贅沢を」をキャッチフレーズにお腹を満たすだけでなく、食べたらずいぶん贅沢な気持ちになるようなトマトを生産することを目標にトマト生産販売を開始。
- ・ひとりで生産販売をすべて行って大変な時期であったが、顧客に美味しいトマトと言われることに励まされる。



図1 研修先より継承した大屋根型単棟ハウスでのミニトマト栽培

### 2. 2017年 トマトジュース生産開始

- ・地元池田町の名産品を目指してトマトジュースの生産販売を開始。
- ・2021年に池田町の認定品「池田の太鼓判」に選出、イエロージュースなども販売開始。

### 3. 2018年 Spica(スピカ)生産販売開始

- ・「トマトはおやつに入りますか？」をキャッチコピーに、甘くサクツとした食感の「スピカ」の生産を開始。甘いトマトの品種を選び、地元スーパーなどで販売。
- ・ニーズにより品種を選定し、技術によりニーズに近づけていく現在の企業理念の基礎となっている。



図 2 オリジナル品種の Spica(スピカ)

#### 4. 2019 年 第 2 ハウス(フェンロー型ハウス)栽培開始

- ・韓国よりフェンロー型ハウスを輸入し栽培開始。
- ・当時は国内のフェンロー型ハウスの価格も高く、韓国ではオランダの技術の導入が進んでいることなどから韓国からの輸入を行い、建設コストも低減した。
- ・データドリブンの農業生産、人が働きやすいハウス、光環境などトマト栽培の環境を目的とし、フェンロー型ハウスの建設に至った。
- ・2022 年作で当初の目標収量 18kg/m<sup>2</sup>を達成し、組織的な農業への切り替えが始まった。



図 3 左:細野ファームのフェンロー型ハウス、右:トマトハイワイヤー栽培

#### 5. 2019 年 PocketFarm のサービス開始

- ・環境制御装置「PocketFarm」のサービス開始。
- ・2016 年のトマト栽培開始当時より開発プロジェクトが始まる。当時の環境制御装置は分かっている人向けのものであったが、データを共有化し従業員にも見せるようなものを目指した。
- ・当時の環境制御装置の半分程度の価格帯を目指した(現在は百数十万程度の価格で販売中)。スマホでみやすく、誰もが簡単に環境制御に取り組める新しいカタチの環境制御装置として開発した。また遠隔から環境制御を行うことで、今後の栽培コンサルティングなどでも利用できる。
- ・従業員が作業員としてだけでなく、トマトのことを好きになり栽培にも参加してもらい、会社としても管理コストを抑制できるようになることが開発の目的であった。
- ・簡単に設置が可能で、各種のセンシング・ログ機能やシナリオ機能による柔軟で拡張的な自動制御を行う。
- ・管理者一人で大規模な農場全体を管理しながら、ポケットファームにより実際の農場管理を従業員に分散し省力化する新しい農業の形を目指している。

・近隣地域での販売実績(トマト 4 件、イチゴ 2 件)もあり、増収や品質の安定化、組織的な農業生産、従業員の学習ツールとしての使い方などを提案している。

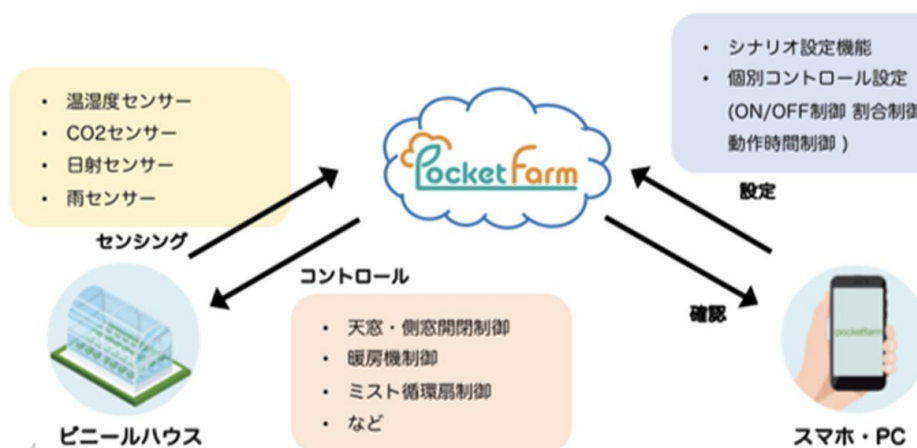


図 4 ポケットファームのシステム概要

## 6. 2020 年 農業参入・栽培コンサルティングサービス開始

- ・細野ファームのノウハウを活かした農業参入指導を行うサービスを開始した。
- ・データをどう活かして栽培していくかのコンサルティングサービスも開始した。
- ・サービス実績として 3 件(イチゴ 2 件、トマト 1 件)がある。

## 7. 2021 年 自社直売所「HOSONOFARM」の運営開始

- ・顧客であるファンの生の声を直接吸い上げ、生産や商品開発に結びつけるために設置した。
- ・後にジュエルスピカ、薔薇とまと、TSUBAME シリーズなどの商品が誕生している。
- ・マーケットインの思考を農業生産に活かす。また、トマト狩りなどのイベントも行って、食べるだけでなく農業の魅力を地元へ伝えている。



図 5 自社直売所「HOSONOFARM」

## 8. 2022 年 ジュエルスピカ、薔薇とまと生産販売開始

- ・直売所での顧客の声から品種の選定や生産面の改善が進められた。
- ・食卓が明るくなるようなカラフルトマトがほしいという声からジュエルスピカを、皮が薄くて甘いトマトがほしいという声から薔薇とまとが生まれた。



図 6 オリジナル品種のジュエルスピカ

#### (4) トマト生産販売事業の仕組み作り

##### 1) 商品開発の仕組み

- ・コアなファンが多い直売所で生な声を拾い、そこからコアな顧客ニーズを摘み取る。
- ・品種の選定や試験栽培と直売所での試験販売を自社で行った上で、量販店での試験販売を物流面の要求などを踏まえ進めている。

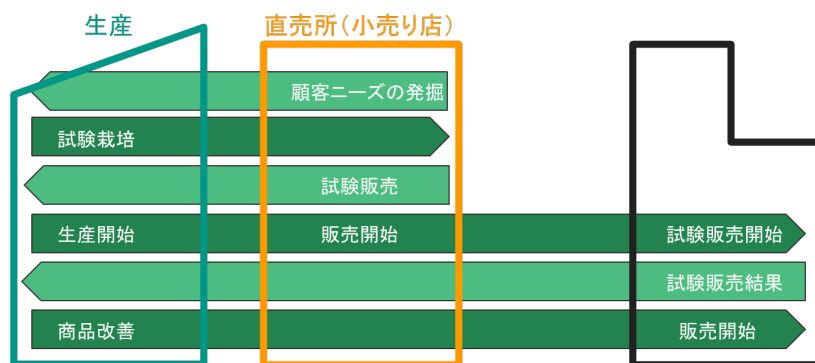


図 7 商品開発の仕組み

- ・商品開発の例として、甘いトマトが食べたいという直売所からの顧客ニーズより 4 品種を試験栽培し、うち 2 品種に絞り込み、さらに皮が固く日持ちするトマトが欲しいという量販店のニーズから 1 品種の生産に踏み切り、ヒット商品のスピカが生まれている。

##### 2) オランダ式フェンロー型ハウスにおける生産性

- ・単収: 大型単棟ハウスでの 12kg/m<sup>2</sup> から 20kg/m<sup>2</sup> に増加(同じ品種、同じ栽培レベル)
- ・作業効率: 時間当たり収穫量が 8kg/h から 24kg/h の 3 倍に、時間当たりの誘引本数が 300 本/h から 450/h の 1.5 倍に)

- ・人件費の低減により、売上原価率(1 パック 200g の場合)が 54%から 47%に低下した。
- ・オランダ型の栽培により収量と労働生産性がともに向上し、コストも低減した。

### 3)再現性をもたせる仕組み

- ・栽培環境の再現性を、コントロールできないもの(日射量、外気温)、コントロールできる可能性があるもの(ハウス内温度、CO<sub>2</sub>濃度)に分けて考えた。
- ・どの程度コストをかけ理想の環境に近づけるか、コストをトマトの販売で回収できるかが大切になる。現状ではコントロールできない日射量に対し、コントロールできる CO<sub>2</sub> 濃度について、どの程度コストをかけ高め純光合成量を確保するか、データを毎年蓄積している。
- ・再現性をもたせるため、1 週間単位で PDCA サイクルを回している。栽培ミーティングを行い、栽培目標、環境目標、週間作業について決定する。その上で栽培管理、環境制御、管理作業を実行する。さらに生育調査や環境分析を行い、栽培目標の是正や改善策に結び付けている。
- ・工業生産と異なり、トマトの生産では常に環境が異なり収量や売上も変動するため、こうした取組みは重要と考えられる。

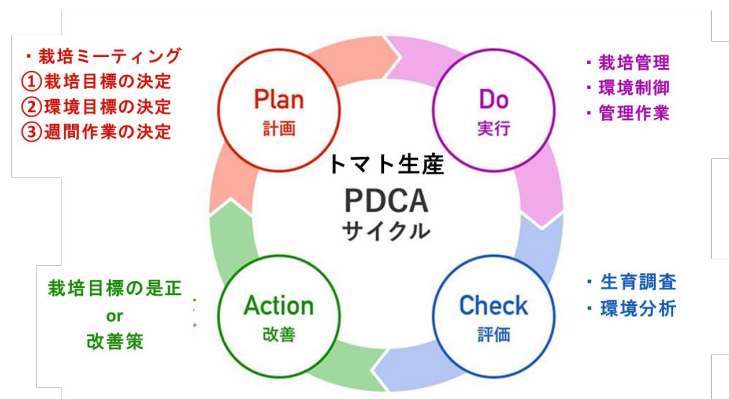


図 8 トマト生産での PDCA サイクル

- ・再現性をもたせるため、従来のひとりの親方によるシステムで感覚に頼っていたことを、できるだけ数値化、共有化することが大切だと考える。
- ・組織的な生産の取組みとして、各種データ(環境、病虫害発生、生育、収量、販売量、労務)を常に共有化している。
- ・一人一人の眼が届くようになり、感覚でやっていたことがデータで見えるようになる。個人による捉え方の違いがあっても、データによって共有化が可能となる。

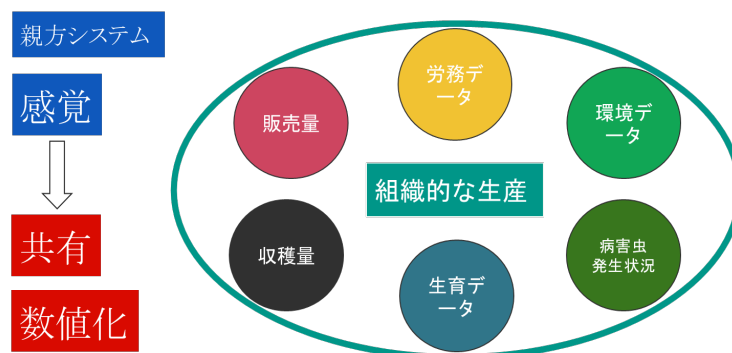


図 9 データを活用した組織的な生産

- ・実際の取り組みとして、Google スプレッドシートを用い従業員がデータを入力し、自分がどこにいてもデータから状況を把握している。
- ・実際のハウスやトマトの状況がどうなっているかを言語化し、擦り合わせることでデータに意味を持たせることが大切と考えている。

#### 4) パート従業員のグループ分け

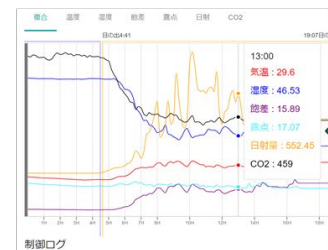
- ・パート従業員を生産、販売、リスクの3グループ分けして業務分担を行い、またIoTを利用しながら業務の簡素化や効率化をしている。
- ・生産グループ: 生育調査、収量予測、環境制御、木の管理、シフト管理を担当。
- ・販売グループ: 販売計画、販売管理、POPの作成を担当。
- ・リスクグループでは病害虫管理、病害虫調査、ハウス内清掃を担当。

#### 5) 生産グループの取組み

- ・ホワイトボードに品目ごとの計画、予想、実績を書き出しデータの共有をはかっている。
- ・パート従業員が単に作業をするだけでなく、作業に意味を持たせて意識をさせる効果が期待できる。
- ・環境データをスマートフォン上で、ポケットファームにより確認できるようにしている。

12月	イロロー			ガリン		
	計画	予想	実績	計画	予想	実績
12/4	64	130	72	48	71	48
12/11	144	201	144	56	86	48
12/18	168	167	168	64	64	56
12/25	192	200	172	72	72	72
	700		200	300		290

品目	12/4	12/11	12/18	12/25
イロロー	64	144	168	192
ガリン	48	56	64	72



クラウド共有でき、簡単にスマートフォンで確認できる

図 10 生産グループによるデータの共有

左: ホワイトボードによる品目別の生産計画実績、右上: 販売グループが入力した収量データの Google スプレッドシートによる共有、右下: ポケットファームによる環境データの共有

#### 6) 販売グループの取組み

- ・何がどこでどれだけ売れたかについて Google スプレッドシートに入力し共有化し、ニーズを意識しながら生産することに活用している。
- ・チラシの作成、Instagram の投稿なども、パート従業員がアイデアを出している。

・図 10 の中央下の Instagram の投稿は、AI(Chat GPT)にフレッシュなトマトジュースなどの条件を与え生成された画像を用いたもの。今後は顧客のニーズにもとづいた広告内容の生成など、PR 業務の省力化に AI の活用も考えられる。



図 11 販売グループでのデータ共有とPR 活動

左上: Google スプレッドシートによる販売データの共有、左下・右: パート従業員のアイデアによるチラシデザイン、中下: Instagram へのトマトジュースの投稿

## 7) リスクグループの取組み

・病害虫が発生した場合、発生状況や対処法についてホワイトボードで共有化している。

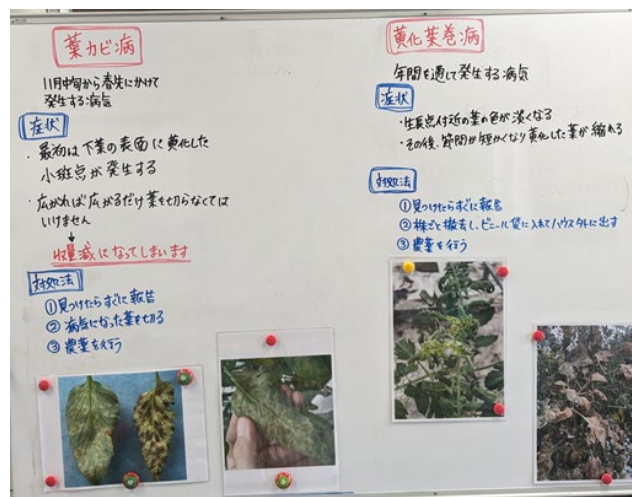


図 12 リスクグループによる病害虫情報の共有

## 8) 規模拡大と農場運営の管理コスト

・現状は栽培、販売、リスクの各グループに伴走する形で、細野氏ひとりで農場全体の運営を管理している。  
・今後、1ha 程度の大規模化した場合でも同じような仕組みがとれると考え、規模拡大により管理コストは相対的に低下すると予想している。

## (5) 今後のビジョン

- ・1ha以上の大型施設の建設により、新しいサプライチェーンを構築し高齢者雇用を進めることを、今後のビジョンとして考えている。
- ・今後は、小売店側が巨大化し物流センターも持つ中で、そこに生産者が一括納品する新たなサプライチェーンが生まれると考えられる。それにより物流での時間効率向上や鮮度維持による品質向上が見込まれ、コスト削減にもつながっていく。
- ・現状ではそこまで大きな生産者、農業法人は少ないが、大型施設の建設で生産規模を拡大し、その状況に近づけて行きたい。

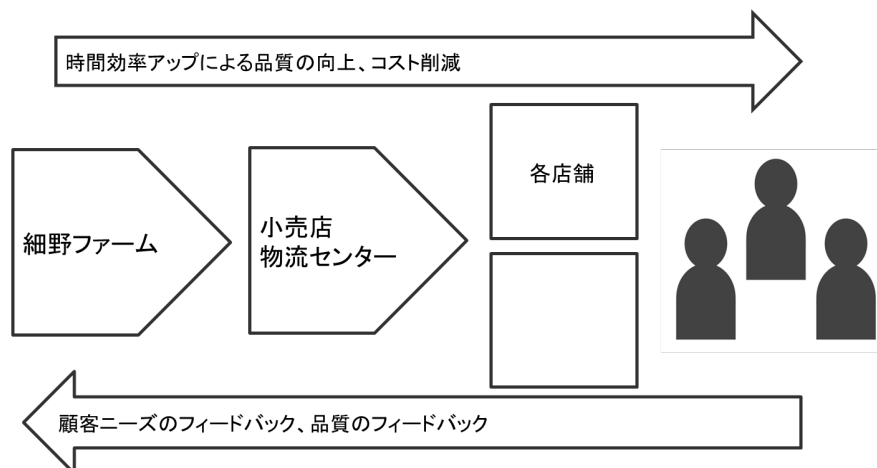


図 13 小売側物流センターと直結した新たなサプライチェーンの構築の考え

- ・農場の大規模化により1つの仕事量が増え分業化が容易となる。
- ・葉かき、脇芽かき、誘引、ごみ捨てといった作業ごとに分担し、一日中その作業を行うといったシフトも可能となる。
- ・農作業は軽作業の連続であり、高齢化が顕著な地域では雇用の受け皿として、さらに健康寿命の増加も期待できる。



図 14 作業分業化のイメージ

- ・資源が少ない日本では地域資源を活用した農業生産を行う必要があると考えている。
- ・例えば企業との連携により、工場から排出されるCO<sub>2</sub>をパイプラインで農場に導入して光合成促進に利用することも地域資源活用となる。



注)

・スマートグリーンハウス AWARD2023 大賞受賞者:細野晃大氏

[https://jgha.com/news/sgh\\_award2023-1/](https://jgha.com/news/sgh_award2023-1/)

※事業報告書「4.3.1 スマートグリーンハウスシンポジウムの実施」にて、細野氏のパネルディスカッションにおける質疑応答について紹介したので参照されたい。

## 2.8 低コスト施設の建設と作業の簡易化や情報共有体制による生産性向上

### ～せんとうふぁーむ 仙頭明伸氏(高知県安芸市、ナス)～

せんとうふぁーむの仙頭明伸氏は2008年に20歳で就農し、現在はナス養液土耕栽培による大規模経営を行っている。施設設備を低コストで導入し、従業員との情報共有体制を構築するなどして分散した施設の管理を効率化している。また、単為結果性品種の導入にともない、管理作業の簡略化や省エネ化も行っており、そうした取り組みについて紹介する。仙頭氏は昨年度のスマートグリーンハウス AWARD2023 優秀賞を受賞<sup>注)</sup>している。

#### (1) 経営概要

- ・せんとうふぁーむ 宮崎県安芸市穴内乙 <https://sentofarm.com/>
- ・仙頭明伸(せんとうあきのぶ)氏、1988年生まれ(35歳)、2008年就農、スマートグリーンハウス AWARD2023 優秀賞受賞(せんとうふぁーむは兄弟による共同経営)
- ・施設面積:70a 鉄骨ハウス、パイプハウス、自作ハウス等、自社選果場
- ・養液土耕栽培によるナス長期取り栽培(単収25~27t/10a程度)。
- ・従業員:本人、家族4名(妻、弟、父、義母)、研修生1名、パート4名
- ・販路:契約出荷(加工・業務用、生鮮販売用)と市場出荷。
- ・売上高:約4,300万円(本人経営分45a)

#### (2) 施設設備概要

##### 1) 鉄骨ハウス:仕様の簡略化と競争入札による低コスト化

- ・30a、軒高2.5m、間口5.4m、外張り農POフィルム、谷換気、一層カーテン。
- ・地元メーカー仕様の鉄骨ハウス(アーチパイプφ38)のものを天窗から谷換気にするなど簡素、アーチパイプをφ32として本数を増やし(50cm間隔)強度確保をしている。
- ・入札で4社の競争となり落札価格が当初予定の1/2未満となる。入札仕様の条件を緩和して参加しやすくした結果と考えている。落札価格は900万/10a程度(うち半額は高知県補助事業による助成)となり、低コストでの建設となっている。
- ・年間の減価償却費は他の施設設備も含め200万円程度で、負担が少ない。設備投資額に対する生産性も高いものと考えられる。



図1 仙頭氏と鉄骨ハウス

定植状況(2023年8月24日撮影)下:UECS センサーユニット、上:点滴灌水頭上配管



図2 鉄骨ハウスで栽培状況

左:定植後の状況(2023年8月24日撮影)、右:収穫中の状況(2023年12月25日撮影)

## 2) 自作ハウス:中古木骨ハウスを自前施工で鉄骨ハウス化

- ・中古木骨ハウスを入手し、補強材や屋根材などを自前施工して鉄骨ハウス化
- ・付帯設備(自動灌水装置、配管、カーテン装置)も自前施工により設置
- ・これらの経験により、従業員の施工能力やメンテナンス能力も向上している。



図3 自作ハウスでの栽培状況

左:自前で鉄骨ハウス化した中古木骨ハウス

右:中古鉄骨ハウスに自前で自動灌水、カーテン装置を導入

## 3) 環境制御装置:UECS による低コスト制御装置導入と環境制御盤の簡略化

- ・地元メーカー(OFFICE asoT)により、1ハウス当たり50万円程度の低コストでUECSによる環境制御装置を導入。換気装置のスイッチボックスや個別のサーモなどは省き、UECSの環境制御盤で一括管理を行い、低コスト化をはかっている。
- ・日常的な操作はWindowsのRemote Desktopにより事務所から行う。
- ・当初は制御設定値の記録が残らない問題があったが、設定についてノウハウを残す必要があり、別途保存可能としている。
- ・灌水制御のみ、操作が簡便な地元メーカー製の日射比例灌水制御装置により別系統で行っている。

### (3) 栽培管理概要

## 1) 単位結果性品種の利用と作業化の簡略化、マニュアル化

・単位結果性品種(PC お竜)の栽培を現在 2 作目で行う。2 条植え、85cm 株間、2 本仕立て苗を定植し、栽植密度は 1,300~1,400 本/10a 程度(慣行の 3~4 本仕立てでは 900 本/10a 程度)になる。通路に平行に 2 本仕立ての主枝を誘引し、畝内に手を入れることなく通路面だけで作業ができるようにし、作業の単純化を行っている。

・慣行栽培で行われている収穫時の摘心作業に疑問を持ち、現在は管理作業から除外している。次項の温度管理による樹勢や成長バランスの制御を行いながら着果数の確保を行っている。

・管理作業の主なものは葉かきで、前述の誘引方式により通路面のみの葉かきを古くなった葉を中心に行っている。その他、側枝のせん定や収穫について 1 枚の筒条書きにまとめたシンプルなマニュアルを作成し、誰でも作業に取り組み、かつ 1 月程度の作業経験で能力が向上するような仕組みを取っている。

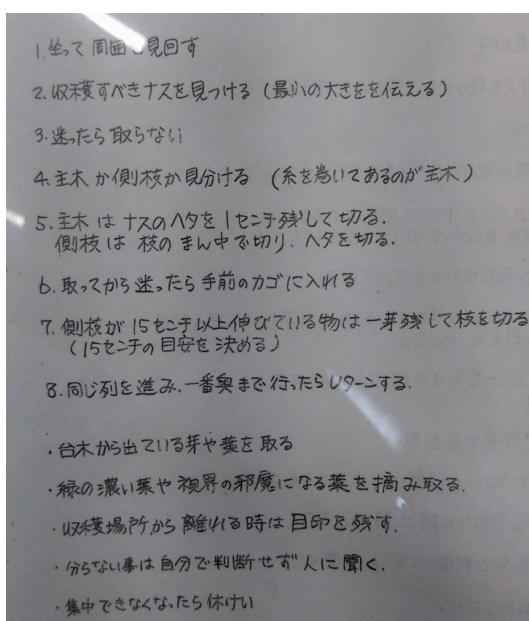


図4 せんとうふあーむの筒条書き化された作業マニュアル

## 2) 単位結果性品種の特性を利用した高温管理、コスト重視のエネルギー管理

・単位結果性品種の導入でハチによる受粉が不要となり、ハチの活動が鈍る 30℃以上高温での管理が可能となったため、樹勢や成長バランスの制御に利用している。

・例えば冬期の日中は密閉状態で管理し、強い日射のもと室温を 31℃から最大 34℃程度の高温にし、CO<sub>2</sub> 施用や灌水も多く行って生殖成長に傾け葉の展開を早めている。また室温を 28℃程度に下げること栄養成長に傾け、着果を促進している。

・果実の濡れに注意し換気を行い、相対湿度を 85%以内に管理しているが、密閉時でも CO<sub>2</sub> 施用による灯油燃焼で相対湿度は低下する。

・密閉状態での CO<sub>2</sub> 施用時には 1,500~2,000ppm 程度となっているが、年間の灯油購入予算を決め、その範囲内で施用を行うよう管理をしている(例: 灯油 1 リットルが 110 円程度の場合、予算を

4万円/10aとした場合、300～350リットル程度を燃焼する。暖房用重油についても年間使用量(5キロリットル/10aなど)を定め、その範囲で暖房を行っている)。

### (3) 作業記録と作業管理: AGRIHUB を利用した多棟のリアルタイム管理

- ・当初は AGRIOS (FarmOS 製) を使用、現在は AGRIHUB を使い 3 年目となる。プレミアム (有償) 会員第 1 号で、開発者を応援する気持ちで有償会員となっている。
- ・1 つの ID で全員が使う。作業計画と作業記録 (管理作業、液肥作成、農薬散布、病害虫発生等)、収量 (選果場) など。年度比較、棟別、内容別の比較が可能。ナスの生育状況など感覚的なことも記録している。
- ・ハウスが点在している中で、AGRIHUB で棟ごとの記録を各担当がリアルタイムで行うことで、常に全体の状況を把握することが可能となっている。
- ・別途 LINE グループにより緊急や重要な連絡も行っている。
- ・ほとんどのデータは記録され、集計などのバックオフィス業務は仙頭氏が担当している。

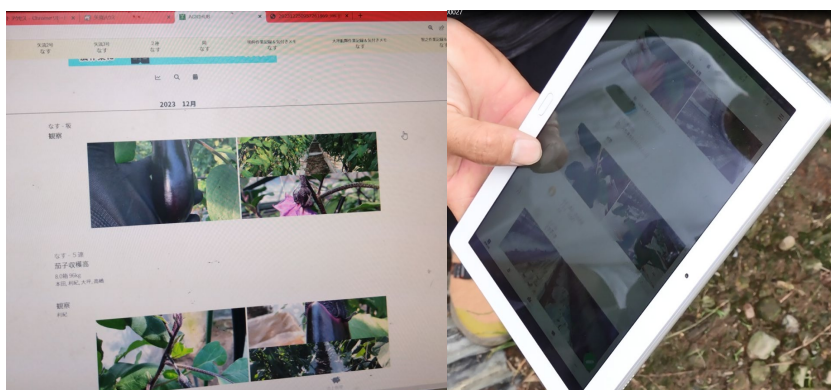


図 5 AGRIHUB の記録表示画面 (左: PC、右: タブレット)

画面上部のタブで対象のハウスなどを選択し、記録された作業内容や画像等を時系列での表示が可能。

### (4) 今後の展開

- ・市場単価が昨年度は落ち込み再生産が難しい状況となっている。今後は仲間を募り契約出荷を増やす方向にある。
- ・そのために、作業の簡易化とマニュアル化を進め、誰もが取り組めるようなナス栽培を、仲間を通じて広げる意向である。
- ・ハウスが点在する地区では農地も少ないため、経営規模の拡大や作業の効率化のためには他の地区や市町村での農場の展開も視野に入れている。

### (5) 現地調査による委員所見

調査日: 令和 5 年 8 月 24 日 (木)

(阪下委員)

・圃場は分散しており、ハウスも高性能とはいいがたいが、最低限で低コストなハウスとUECSによる環境制御を組み合わせしており、低リスクな経営が出来ている。またAGRIHUBを用いて経営の見える化が進んでいる点も、スマートグリーンハウス化が進んでいない他の農場のよい見本となると思われる。

(林委員)

・新設ハウス建設での仕様の簡素化や、中古ハウスを自己改修するなど、経費の削減に努めてきている。また、年間の油使用量を決めて暖房管理するなど、材料費の削減にも努めている。あらゆる面で低コスト化を図るとともに、目標収量を定めて生産性を高め、収益確保に努めている好事例である。

・栽培管理や作業記録に、作業管理アプリ(AGRIHUB)を利用し、従業員がリアルタイムで情報共有し、作業計画や作業管理に活かしている。また、連絡用にLINEも利用している。利用料があまりかからない方法で、ITC活用がなされている。

注)

・スマートグリーンハウス AWARD2023 優秀賞受賞者: 仙頭明伸氏

[https://jgha.com/news/sg\\_hAward2023-2/](https://jgha.com/news/sg_hAward2023-2/)

## 2.9 地域が一体となったデータ駆動型事業を活用した取組み

### ～JA みなみ筑後瀬高ナス部会(福岡県みやま市、ナス)～

JA みなみ筑後瀬高ナス部会は、福岡県南部のみやま市瀬高町、高田町、山川町を管内とし、部会員数 195 名、生産面積 48ha、販売金額 27 億円(令和元年産)のナス産地(品種:PC 筑陽)を形成している。令和 2 年度および令和 4 年度の事業報告書(別冊 2)でも取り上げた、環境測定装置(あぐりログ)を活用したあぐりログ研究会における取組みが、その後、環境データと他のデータとの連携へと発展している。その状況についてナス生産者が主導している研究会の運営と普及センターなどによる支援体制の面より報告する。

#### (1) あぐりログ研究会の活動経緯と成果について

あぐりログ研究会では、環境測定装置によるデータ活用を行うため、各メーカーへの問い合わせを行った。そして生産者が低価格で補助事業を用いずに導入可能かつ研究会内でデータ共有が可能な環境測定装置である「あぐりログ((株)IT 工房 Z)」の導入がされた。あぐりログの選定については、比較的安価なこと、設置が簡単なこと、そしてメーカー側にも産地における技術導入のための様々な機関とのネットワーク構築のノウハウがあったことがあった。

あぐりログ研究会では、普及センター(福岡県南筑後普及指導センター)と試験場(福岡県農林総合試験場筑後分場)とのデータ共有を、ネットワークを通じて当初より行った。試験場研究員によるデータ解析が行われ、特に冬期の低日射期でのハウス内温度の低下が確認された。こうしたデータは、日中加温と CO<sub>2</sub> 施用を組み合わせた環境制御技術の開発と導入につながっている。

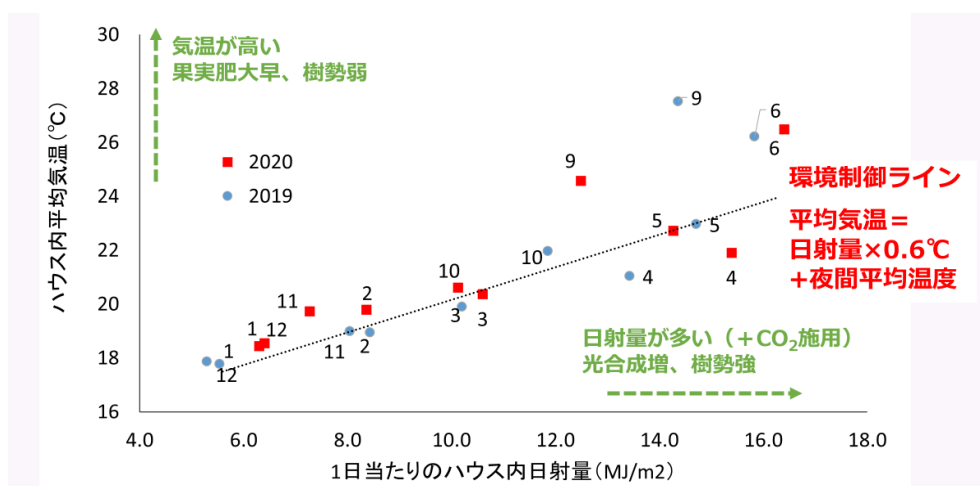


図 1 冬春ナス栽培におけるハウス内日射量と日平均気温

作成: 福岡県農林業総合試験場 筑後分場 野菜チーム 古賀武研究員

(提供: あぐりログ研究会)

一方で、LAI 管理と収量への影響について検討を行った。LAI を 3 程度に安定的に管理した令和 2 年産の井上忠信氏のハウスでは、令和元年産に比べ収量も安定し月ごとの変動が少なかった。

なお令和3年産では、LAIを意識した整枝を行うことにより、樹勢が大きく落ち込むことなく推移している。一方で、産地では管理を変えることによりさまざまな課題も出ている。あぐりログ研究会ではこうした新たな課題に対しても、メンバー全員で取り組み、多くのデータが集まる中でより早く課題解決ができる体制になっていると考えられる。

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	収量合計 LAI月別平均値
R1 (kg/坪)	2.2	7.9	6.7	6.4	10.0	8.6	14.9	11.2	16.5	4.1	88.5
R2 (kg/坪)	2.4	8.6	6.3	8.5	9.2	11.8	12.9	14.0	8.7	7.3	89.8
LAI 筑後		3.1	3.1	2.9	2.5	2.9	3.0	3.0	3.0		2.9
LAI 井上		3.1	3.1	3.2	3.0	3.1	3.0	3.3	3.2		3.1

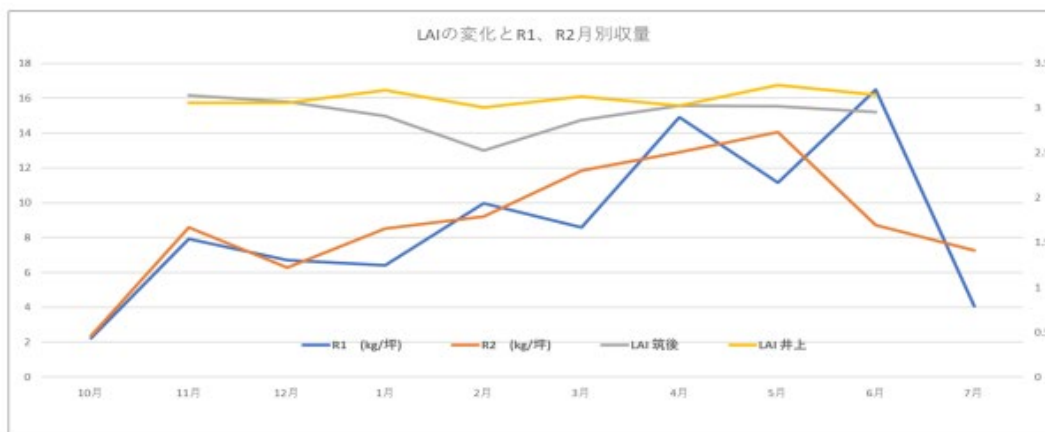


図2 LAIの変化と収量に及ぼす影響

オレンジ: LAIを安定させ管理した令和2年度の収量データ  
 ブルー: 従来の整枝方法で管理した令和元年度の収量データ  
 (提供: あぐりログ研究会)

あぐりログ研究会の活動に対し、福岡県南筑後普及指導センター(以下、普及センター)を中心に支援が行われている。あぐりログ研究会の当初メンバーにも普及センター及び福岡県農林業総合試験場筑後分場(以下、試験場)が含まれ、データの共有と支援が継続している。当初、普及センターでは、なす部会青年部を中心に「あぐりログ研究会」を立ち上げることを役員会へ提案し、また部会から試験場へあぐりログ設置を依頼(機器はメーカーからレンタル)している。あぐりログの導入費用の一部に、みやま市のチャレンジ事業を活用している(平成30年に9戸に導入)。令和3年度には、あぐりログ研究会の会員生産者は37戸となっている。あぐりログ研究会の活動は生産者を中心とし、環境制御技術の確立を主な目的としている。

さらに令和4年度にはデータ駆動型事業の活用によってあぐりログの導入を拡大し、研究会の会員数は67戸に増加している。JAみなみ筑後におけるナス作付面積は平成24年に約77haあったものが平成28年には約67haまで減少していた。その後は新規就農者も増えており、作付面積は横這い状態となっている。

## (2) あぐりログ研究会、福岡県、JAみなみ筑後による最近の取り組み

瀬高なす部会の井上忠信氏は、現状では環境データの活用によるPC筑陽の栽培技術の向上について、一定の成果が出ているとしている。その一方で、さらなるデータ活用による取り組みが進められている。



## 1) 各種資材の高騰、市場の変化に対応するための経営計画の策定

あぐりログ研究会では、農業経営のシミュレーションを Web 上で行う「農業技術体系データベース・システム」の利用について、農研機構や岩手県農業技術センターの協力を得ながら進めている。農業技術体系データベースを用いた営農計画支援システム FAPS-DB を用い、経営シミュレーションのために南筑後版ナス栽培の経営データを登録中である。市況データ等も反映しながら、投資対効果などの分析が可能である。

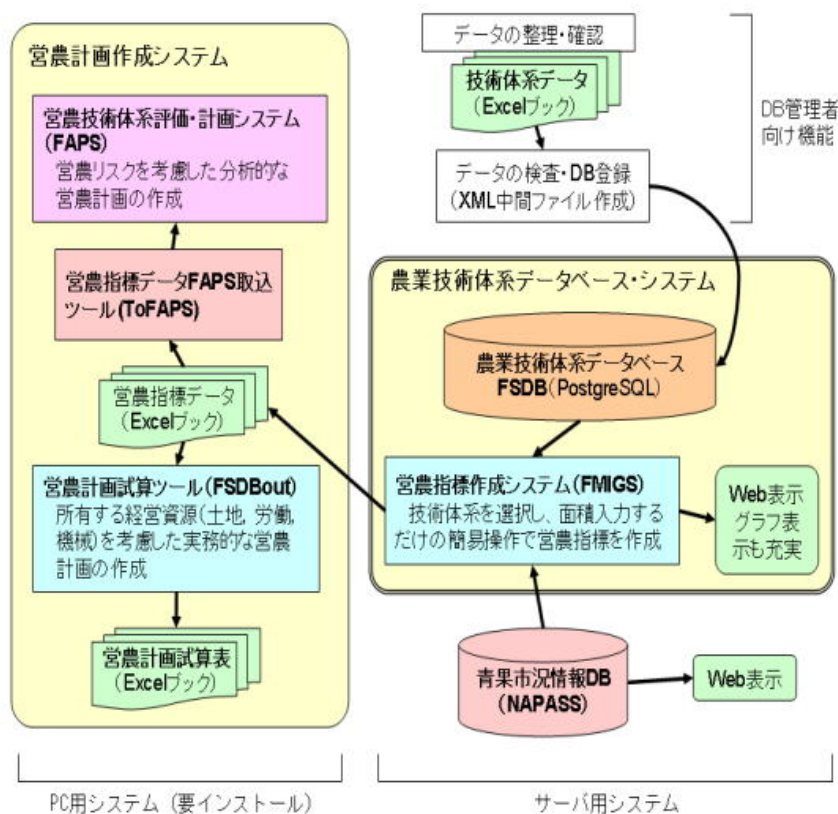


図3 農業技術体系データベースを用いた営農計画支援システム FAPS-DB

また今後は、FAPS-DB の開発にかかわった九州大学の南石晃明教授が提唱する、スマート農業による環境負荷低減についても取り組む予定であるとのこと。

## 2) 出荷量の予測

研究会では、LAI と収量の関係について令和2年産から継続して調査を行っている。坪当たり収量は11月下旬と2月中旬にピークとなり、LAIはピークの後やや低下傾向となっている。これは収穫時の切り戻しせん定による葉の減少の影響と考えられ、LAIを一定に保つことで収量の変動幅が小さくなり、安定化が図られると分析をしている。

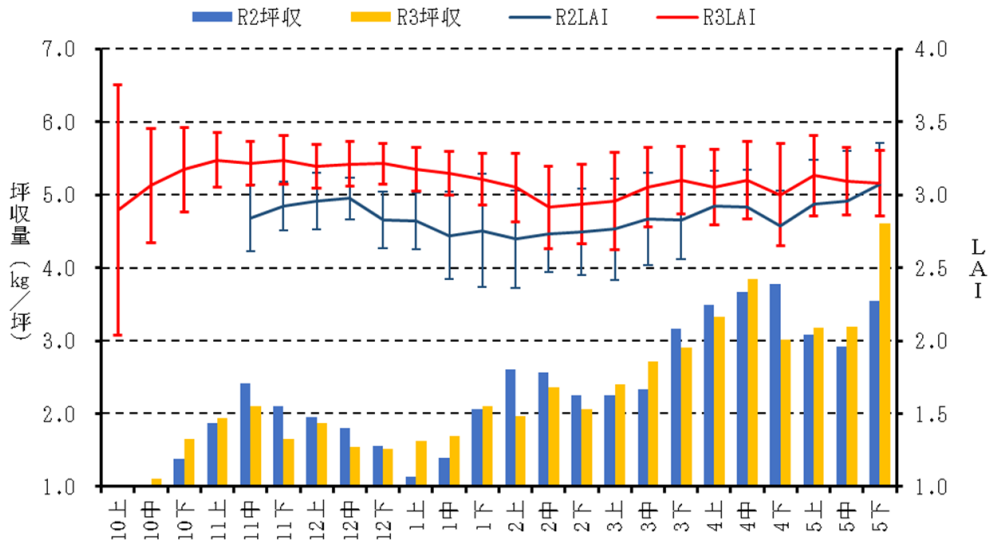


図4 令和2,3年産のナシ坪当たり収量とLAIの推移

井上氏によると、LAIが飽差にも影響していることもあり、生産者には葉面積を確保する必要性について認識が広がっているとのことである。

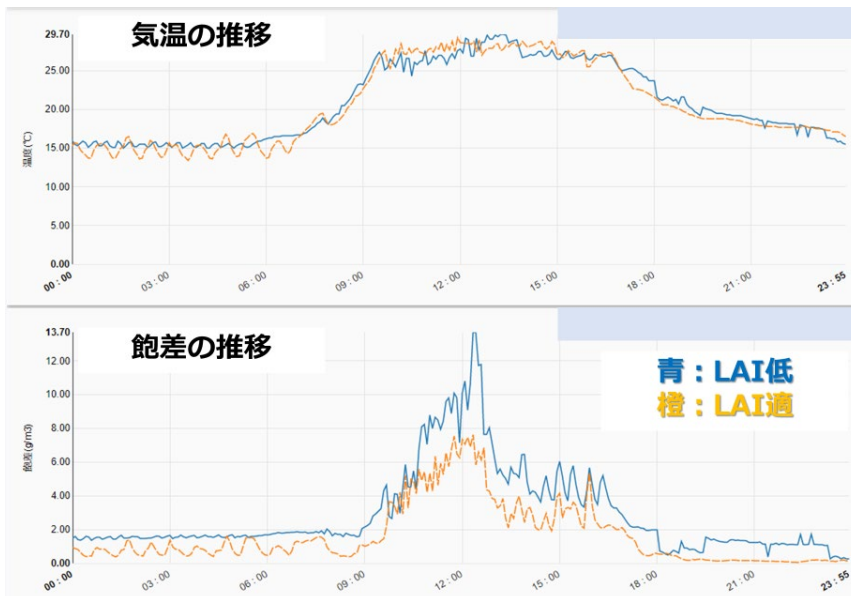


図5 LAIがハウス内環境に及ぼす影響

また令和4年産において、収量と着果数の調査も行っている。これらの増減には関連性がみられ、着果数より収量の予測につながると考えられた。

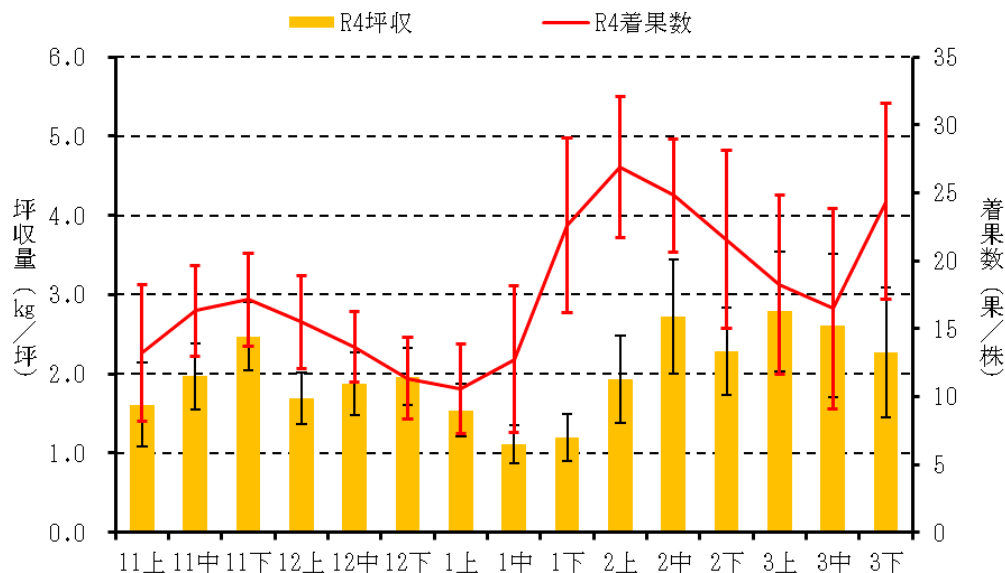


図6 令和4年産のナス坪当たり収量と着果数の推移

令和5年産のナス栽培では、LAI や着果数の調査データより収量予測の取り組みを行っている。生産者ごとに LAI のスマホカメラによる簡易計測を行い、あわせて着果数の定点調査も行っている。

【2023年 LAI計測結果】									【2023年 収量予測・着果調査結果】									
圃場名	LAI計測結果								収量予測 (kg/坪)		着果調査結果 (果/株)							
	11月22日	11月15日	11月8日	11月1日	10月25日	10月18日	10月11日	10月4日	11月23日	11月30日	11月22日	11月15日	11月8日	11月1日	10月25日	10月18日	10月11日	10月4日
圃場A	2.81	2.95	3.18	3.12	2.97	3.16	2.71	2.77	2.4	1.4	31.3	32.7	35.3	40.0	31.3	26.7	17.3	14.0
圃場B	3.13	2.99	3.06	3.15	3.06	3.24	3.12	3.22	1.2	1.0	16.7	13.3	14.0	16.0	16.7	17.3	12.7	8.0
圃場C	3.19	3.38	3.33	3.13	3.02	2.85	2.92	2.11	1.0	0.8	11.3	8.0	8.7	4.7	2.7	2.0	0.0	0.0
圃場D	3.16	3.14	3.20	3.11	3.32	3.10	3.21	3.38	1.0	1.3	16.7	16.7	13.3	15.3	16.0	16.0	18.7	24.7
圃場E	3.26	3.35	3.29	3.34	3.35	3.06	3.14	3.09	2.8	1.3	36.7	34.7	32.7	38.0	32.0	30.7	16.7	14.7
圃場F	2.98	2.98	2.96	3.06	2.70	3.09	2.30	-	1.7	1.0	16.7	16.0	18.7	16.7	16.7	13.3	20.7	-
圃場G	2.88	2.86	3.15	2.76	2.95	2.78	2.77	2.22	0.7	1.3	17.3	18.7	18.0	21.3	14.0	13.0	8.7	3.7
圃場H	3.44	3.31	3.13	3.40	3.47	3.34	3.34	2.78	0.8	1.5	15.3	19.3	22.7	23.3	20.7	20.0	16.0	14.0
圃場I	3.14	3.29	3.25	3.03	2.98	2.98	2.69	2.21	1.1	1.3	18.0	19.3	17.3	13.3	11.3	6.7	3.3	4.0
圃場J	3.14	3.22	3.12	3.24	3.04	3.32	3.12	2.73	1.3	1.1	23.3	21.3	23.3	16.7	17.3	17.3	9.3	4.0
圃場K	3.18	3.27	3.21	3.10	3.28	3.25	3.10	2.74	1.3	1.1	21.3	20.0	19.3	16.0	22.7	15.3	6.7	1.3
圃場L	2.97	2.90	2.97	2.91	3.09	3.09	2.97	3.21	1.3	1.1	18.7	20.0	20.0	20.0	21.3	21.3	18.7	12.7
圃場M	3.11	3.05	3.19	3.23	3.12	3.31	-	3.12	1.5	1.2	17.3	20.0	15.3	12.7	8.0	7.3	-	6.0
圃場N	3.29	3.26	3.31	3.30	3.19	3.20	3.37	3.26	1.0	0.9	13.3	12.7	12.7	15.3	18.7	20.0	21.3	10.7
圃場O	3.18	2.24	2.89	2.72	3.07	3.24	3.04	2.62	1.0	1.1	12.0	14.0	17.3	16.7	16.0	9.3	8.0	1.3
圃場P	3.19	3.16	3.02	2.92	3.05	2.98	2.93	2.54	1.2	1.3	18.0	16.7	14.0	10.7	10.0	6.0	7.3	4.0
圃場Q	3.32	3.24	3.23	3.08	3.24	3.18	2.78	2.91	2.0	1.3	25.3	26.0	24.0	22.0	16.7	22.7	20.0	18.0
圃場R	3.06	-	3.11	3.10	3.09	2.96	3.08	-	1.0	1.2	16.7	-	22.7	13.3	11.3	18.7	14.0	-
圃場S	3.14	-	3.13	3.12	2.96	2.99	2.84	-	1.0	1.2	16.7	-	22.7	13.3	11.3	18.7	14.0	-
平均	3.14	3.09	3.14	3.10	3.10	3.11	2.97	2.81	1.4	1.2	20.0	20.1	20.2	19.2	17.8	16.3	13.4	8.9

図7 左:生産者ごとの LAI の推移、右:着果数と収量予測値

また、福岡県農林業総合試験場筑後分場において出荷予測の取り組みを進めている。出荷予測の必要性として、作業計画の立案や販促活動への利用をあげ、ナス果実の生長やハウス内室温(積算温度)、着花数との関係などを分析し、出荷予測に結び付けている。実際は積算温度による出荷量のシミュレーションに天気予報の気温データを組み込み、精度を高めている。さらに日射量による調整や厳寒期での規格の適用なども行っている。生産者がハウス面積を入力し、面積に応じた出荷予測値として活用できるようにしている。

県内では、JA 全農ふくれんを通じ県内のナス産地(JA みなみ筑後、八女、柳川等)で、JA ごとの1~2週間先の収量予測を行っている。各JAで計23戸に定点観測を依頼し、花数や着果数の調査を行い、週間の予測に用いている。ふくれん側では出荷先の市場に対して、出荷予測値の根拠として、予測式も加えた形での情報提供を行っている。情報提供により予測値に応じた早めの有利販売に結び付けるようにしている。

### 3) あぐりログによる灰色カビ病発病リスクの分析

岐阜大学および岐阜県農業技術センターで開発された、あぐりログによる灰色カビ病発病リスクの表示機能がある。室温と露点温度に近い状態が継続する時間を積算した値を発病リスクとして表示する機能をあぐりログに追加している。この値が危険値を越えると、ハウス内の湿度を下げるよう換気や暖房等の操作を行い、灰色カビ病の発生予防につなげている。今年度作付より福岡県内で利用されているあぐりログに実装される機能である。



図8 あぐりログに追加された灰色カビ病リスク表示

### (3) 今後の展開

普及センター、試験場、JAでは、あぐりログ研究会での勉強会活動として変温管理における燃料代と収量、収益等の関係も分析し、どの程度まで燃料費をかけるべきかについて参考となる情報提供も行っている。

(3) 燃油価格の高騰が収入に与える影響は？

→【暖房温度 13°Cの収入】≒【暖房温度 12°Cの収入】となるのは重油価格 180 円/L

→【暖房温度 13°Cの収入】≒【暖房温度 11°Cの収入】となるのは重油価格 200 円/L

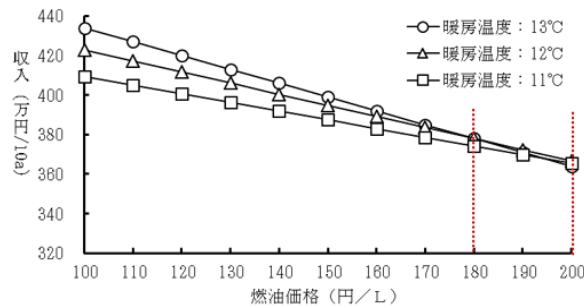


図3 燃油価格の高騰が収入に与える影響

注1) 暖房機設定温度 13°Cの場合の坪収量を 60kg/坪 (18t/10a) と仮定

2) ナスの販売単価を 400 円/kg と仮定

3) ナスの販売経費を販売額の 30% と仮定

4) 収入は次式で算出: 収入 = (収量 × 単価) - 販売経費 - 燃料費

### 図9 暖房温度、燃料価格と収入の関係

以上のように、あぐりログ研究会でのデータ活用の取り組みと、試験場、普及センター、JAによる支援が進み、収量の向上や若手生産者の定着と産地維持がはかられている。

近年はナス部会青年部を中心に、規模拡大を行う生産者も増加している。管内で最大栽培面積の経営体では 80a である。冬春ナス 50a、夏秋ナス 10a を周年で栽培する T 氏は、家族 4 名と雇用 1 名の経営を行っている。夏秋栽培の導入により土壤消毒の期間も短くなり病気が出やすい問題も出ている。今後は多段接ぎ木の導入や、さらにハウスを増やして作付計画に余裕を持たせることなどを考えている。同様に 50a のハウスで冬春ナスと夏秋ナスを半々で作付している H 氏は、同じく土壤消毒の問題からハウスのローテーションを行っている。また久留米地区の葉物生産者と連携し、ローテーションに葉物栽培を加えるようにしている。このように主力の冬春ナス以外の作型や作物を組み合わせ、周年での生産や出荷の体系を確立する動きもみられる。

今年度は 2 件のハウス新設が JA 管内であり、昨年度は 4 件の新設があった。今後は遊休ハウスも発生するため、若手生産者を中心にハウスの有効活用がされるよう、離農や遊休ハウスの情報収集と紹介も考えられている。また生産者圃場を研修施設として活用するトレーニングファームの新設も計画され、みやま・大牟田新規就農支援協議会での就農相談会なども開催されている。そうした取り組みを通じ、新規就農者の確保と定着が期待される。

### (4) 現地調査による委員所見

調査日: 令和 5 年 10 月 30 日 (月)

(林委員)

・生産者、普及指導センター、県試験場、JA が連携して、産地振興に取り組んでいる。生産者を中心とするあぐりログ研究会では、環境制御装置(あぐりログ)を利用した環境制御技術の向上やデータ活用を含め、収益性を高めるための様々な取り組みがなされ、成果(単収向上)をあげている。  
・また、LAI 調整による育成管理は新しい試みである。燃油削減の温度管理方法の検討や収量予測にも取り組んでいる。研究会が先導的な役目を果たしており、取り組み成果の情報共有が、産地生産者のレベルアップにつながり、産地全体の底上げや産地維持に結びつくと思われる。

## 2.10 養液栽培導入による規模拡大と施設設備・作業環境整備

### ～Ever green 中山道德氏(佐賀県伊万里市、キュウリ)～

#### (1) 経営概要

- ・園主の中山道德氏は、2011年に23歳で新規就農し、キュウリ栽培を開始し、現在13年目(36歳)である。
- ・就農前は、愛知県で大手自動車ディーラーの自動車整備士をしていた。伊万里市でナシ栽培をしていた父親が、キュウリ栽培を開始した直後に体調を崩し、その折りに父親の勧めがあり、脱サラして親元就農した。
- ・就農時に10aのハウス面積で土耕栽培を開始したが、その後、栽培面積を増やし、現在(2023年末)のハウス総面積は、92aである(図1)。

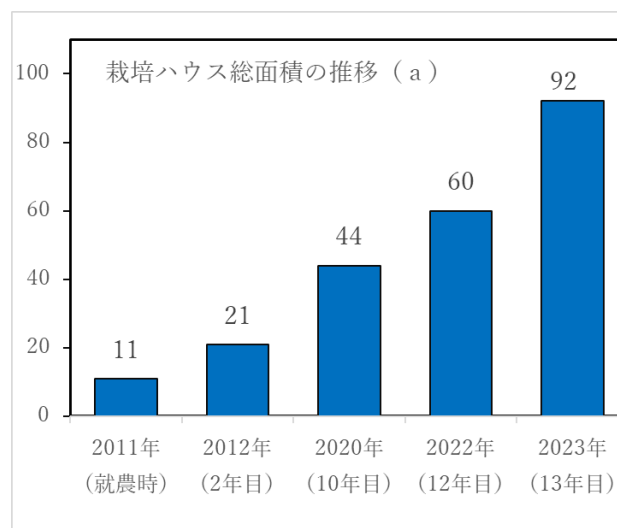


図1 栽培ハウス総面積の推移

- ・この間、県内のキュウリ栽培では初の固形培地(ヤシガラ)による養液栽培を取り入れ、家族経営から雇用型経営に転換している。
- ・環境制御装置の導入やデータ活用、仲間での情報共有による経営や栽培管理の改善を積極的に進めてきている。ベテラン生産者の技術を学ぶだけでなく、新しい技術の導入にチャレンジし、科学的データに基づく改善を行ってきた。
- ・収量は県内でトップクラスである。就農初期に30t/10aの高収量(当時の部会の平均収量は18t/10程度)を達成。その後40t/10aを超え(最高44t/10a)を達成。
- ・高齢化による離農が進む生産部会内(JA伊万里きゅうり部会、部会員70名弱)にあって、若手の勉強会「胡青会(きゅうせいかい)」(若手約20数名が参加)の活動を通じて、新技術の導入によるレベルアップや新人の教育など、産地の維持にも取り組んでいる。また、新規就農希望の研修生を受け入れ、研修指導も行っている。

#### (2) 規模拡大とその経緯

- ・2011年に新規就農し、JA伊万里きゅうり部会に属して、パイプハウス10aでキュウリ栽培(土耕、無加温の摘芯栽培)を開始(図1参照)。
- ・2012年(就農2年目)に、丸屋根ハウス11a(軒高2.4m)を増設し、暖房機を導入して周年栽培を開始。その後、8年間は、合計21aで栽培を継続。
- ・部会員はすべてJAへ出荷し、共選共販で、関西市場を中心に出荷。売り先が共通で、山中氏らの収益が上がったことが認知され、これ以降の部会の新規就農増にも結び付いた。
- ・2014年(就農4年目)ごろより、環境制御装置、CO<sub>2</sub>施用装置、細霧装置などの導入を検討し、その後導入(後述)。
- ・ベテラン生産者の技術を取り入れるだけでなく、データの見える化を図り、データに基づく環境制御を取り入れ、単収40t/10a超えを達成。
- ・2018~2019年頃、単収が1,000万円を超えるくらいになったことから、規模拡大による雇用経営への切り替えを考え、経験が求められる摘芯栽培から、省力的で管理がし易い更新つる下ろし栽培に転換。
- ・また、土耕栽培は、夏の暑い時期での太陽熱消毒や土づくりが重労働であることから、労力負荷の軽減や連作障害の回避などをねらい、固形培地(ヤシガラ培地)による養液栽培を導入した。当時、県内のキュウリ栽培で養液栽培は中山氏のみであり、ひとつのチャレンジであった。
- ・養液栽培になって、灌水量、排液量、培地重量、pH、ECなどが見える化が可能となり、確認できるようになったことで、管理がし易くなったとのこと。
- ・2020年(就農10年目)には、図2のフェンロー型ハウス23a(軒高4m)を増設し(栽培ハウス総面積は44aになる)、栽培(養液栽培、更新つる下ろし栽培)を開始(図3)。現在、若手部会員はほとんどが、更新つる下ろし栽培に切り替わっている。高齢部会員は、従来からの摘芯栽培が多い。



図2 2020年に建設した23aのフェンロー型ハウス(軒高4m)  
 養液栽培がし易いように2屋根間口を9mにした  
 2023年に手前の土地に32haの同型ハウスを増設



図3 固形培地(ヤシガラ)による養液栽培

JA 伊万里キュウリ部会での養液栽培導入は中山氏が初めて

- ・2022年(就農12年目)春からは、梨ハウスを転用した16aのAPハウス(土耕栽培、無加温)を増やした。この時点での栽培面積は、土耕26a(APハウス10a+ APハウス16a)、養液栽培34a(丸屋根型ハウス11a+フェンロー型ハウス23a)の計60aである。
- ・2023年(就農13年目)には、2020年建設のフェンロー型ハウス(23a)に隣接し、同型のフェンロー型ハウス32a(養液栽培)を増設。ハウス総面積は92a(養液栽培66a、土耕栽培26a)になる。

### (3)フェンロー型ハウス(2020年建設23a および2023年増設32a)の設備概要および管理概要

#### 1)ハウスの増設

- ・図2の既設のフェンロー型ハウス(2020年建設、23a)に隣接して、床面積32aの増設フェンロー型ハウスが2023年前半に完成(図4)。両棟の合計床面積は55a。

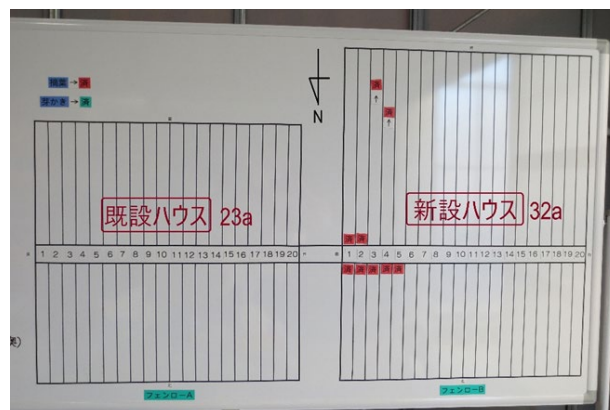


図4 既設フェンロー型ハウス(23a)と新設フェンロー型ハウス(32a)の配置

- ・建設土地は、規模拡大を見越して、隣地の水田をすでに購入済であった(図5)。





図5 既設フェンロー型ハウス(23a)に隣接した水田あとに同型ハウス(32a)を増設  
(写真: Google マップより)

- ・竣工2年前に見積もりを取っていたため、建設コスト高騰のあおりをあまり受けずに済んだ。建設資金には、国庫補助金(産地生産基盤パワーアップ事業、補助率50%)を利用。他に、JAリース事業(補助率10%)を利用。
- ・既設および増設両棟のハウス形状は同じ。軒高は約4mで、屋根間口(2屋根)は、養液栽培がし易いように9m。奥行きは両棟で異なる(建設土地形状の影響)。
- ・光の反射と暑さ対策で、ハウス鉄骨材はホワイトコーティングしてある(図6)。



図6 白色コーティングした鉄骨柱材  
光反射による光の有効利用と骨材の高温化の抑制のため

- ・両ハウスは別棟になっているが、図7のようにハウス中央通路部分が連結しており、両棟の連結戸を開けることで、両棟の行き来が容易。このため一連の作業を両棟で連続して行うことができ、ハウス外での移動がないために作業効率が良い。両棟の環境制御は、別々に行うことができる。



図7 既設と新設ハウスの連結部

手前の新設ハウス通路と奥の既設ハウス通路が一直線に連結しており、行き来を自由にできる。各ハウス間に開閉戸が付いており、両ハウスの環境制御は別々に行える。

## 2) 栽培管理概要

### 1. 栽培方式

- ・年2作の栽培。増設ハウス(32a)の1回目栽培期間は、2023年7月7日～12月上旬終了。2回目定植は、12月29日。既設ハウス(23a)の栽培期間は、2023年6月30日～12月中旬終了。
- ・ヤシガラ培地を使った養液栽培で、パート従業員でも管理しやすい更新つる下ろし栽培を採用(図3、図8)。



図8 新設ハウス内の栽培状況

写真左: 床中央は作業台車専用レール、写真右: ハンギングベッド

### 2. 環境制御装置

- ・統合環境制御装置が2組入っており(既設ハウス: ハウスナビ・アドバンス((株)ニッポー)、増設ハウス: AnesysQ2600((有)イチカワ))、両ハウス別々に環境管理。環境制御装置はハウス入口の作業室に設置(図9)。新設ハウスの「Anesys」は、既設ハウスで環境モニタリングに使用していた。図10は、環境モニタリング画面。



図9 ハウス入口の作業室に設置された既設ハウスおよび新設ハウスの統合環境制御装置



図10 環境制御装置(Anesys)の環境モニタリング画面

左: 現在値表示、右: グラフ表示

### 3.給液管理

- ・給液管理は、コントローラ(養液王 700、日本オペレーター(株))により自動化しており、朝方にタイマーで数回給液し、その後、日射比例制御に移行する。1日の給液量は3t/10a程度で、排液率は20~30%程度(土耕だと給液量6t/10a程度で、排液率50%程度)である。
- ・養液栽培の方が土耕栽培よりは給液量が少ない分、水や肥料代などのコスト安につながる。

### 4.細霧装置

- ・図11の細霧装置を設置しており、飽差制御をしている。時期によって使い分け、通常は10g/m<sup>3</sup>以下だが、夏場は蒸すので15g/m<sup>3</sup>程度に飽差を上げている。

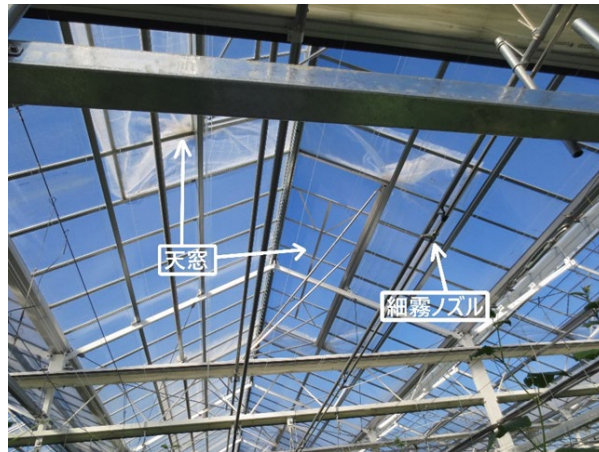


図 11 千鳥配置の防虫ネット付き天窓と天井部の細霧ノズル(新設ハウス)

### 5.暖房

- ・各棟の両妻面に燃油式温風暖房機を設置。増設ハウスの温風暖房機は、外気導入にも使用(後述する)。
- ・燃油高騰(2022年～2023年冬期:A重油、税込み約114円/L)により、燃油使用料を減らしている。単収を上げることよりは、燃油使用料を抑えて、収益の確保に努めている。

### 6.CO<sub>2</sub>施用

- ・CO<sub>2</sub>施用装置は、灯油燃烧式で、栽培ベッド下のポリダクトにより配風する(図12)。
- ・濃度制御をしているが、灯油が高騰していることがあり、濃度設定値を以前より下げている(冬季は380ppmを切ったら施用)。換気時も低濃度施用(外気濃度のみ)。



図 12 CO<sub>2</sub>施用装置

CO<sub>2</sub>発生装置(灯油燃烧式)で発生した燃烧空気を、左側のファンで吸い込み(写真左)、ダクトで送風。ベッド下に設置してある透明ポリダクトの開口穴より吹き出してCO<sub>2</sub>施用。ダクト使用で、ハウス全体にいきわたるようにしている(写真右)

### 7.病虫害防除

- ・天窓には防虫ネットを設置(図11)。病虫害防除に天敵昆虫(スワルスキーカブリダニ)も放飼し、薬剤散布を減らすようにしている。

## 8.生育調査

・生育調査(葉長、節間長、葉色など)は毎日行い、管理に反映している。特定の株を対象とした調査ではなく、ハウス全体の平均をみるようにしている。

### 3)新設ハウスの外気導入システム

- ・新設ハウスでは、高温対策として、換気促進のための外気導入システムを両妻面内各1か所に設置。現状では見かけない新しい方式であり、施工業者と相談して設計試作している。
- ・温風暖房機(ネポン(株)、ハウスカオンキ HK5027TCV、定格暖房出力 145KW)の送風機能を利用し、外気を室内に取り入れる方式である。配風に、暖房用ポリダクトをそのまま利用し、ハウス全体に配風。室内空気は天窗より排気する。
- ・図13に示すように、妻面内側の小部屋内に温風暖房機を設置。小部屋の屋外側妻面および室内側に、自動巻上げ式通気窓がある。
- ・巻上げ式通気窓は、温度設定で自動開閉できる。外気導入運転時には、屋外側通気窓を開け、室内側通気窓を閉じて、外気を暖房機ファンによりダクト送風する。
- ・暖房運転時には、屋外側通気窓を閉じ、室内側通気窓を開けて、温風暖房機は室内空気を吸い込み、温風をダクト送風する。
- ・9月に完成し、その後の利用状況では、外気導入システム運転によりハウス内が涼しく感じた。また、外気導入により、CO<sub>2</sub>発生機の稼働回数が減少したとのこと。

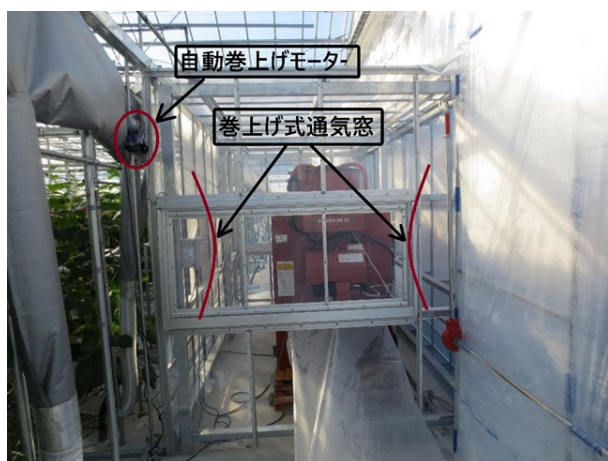


図13 温風暖房機の送風ファンを利用した外気導入システム

暖房機を設置した小部屋の妻面側および室内側に自動巻上げ式の通気窓を設置。外気導入時は、屋外妻面側から入った外気が、暖房機送風ファンを介してハウス内に配風される。

### 4)休憩室とトイレの新設

- ・園主は、従業員の働きやすい環境作りに配慮している。ハウス増設と同時に、パート従業員らの環境整備対応で、ハウス外に休憩室(面積16畳)と水洗トイレ(男女別)を新設。
- ・休憩室内には、図14のように、更衣室(2室)、エアコン、Wi-Fi設備のほかに、タイムカード(部屋入り口付近)、ロッカー、テーブル、椅子、白板、テレビ、冷蔵庫、電子レンジ、湯沸かしポットなどを設置し、休憩し易い環境を整えている。



図 14 新設の休憩室

更衣室 2 室、タイムレコーダー、エアコン、Wi-Fi、冷蔵庫、テレビ、電子レンジ、湯沸かしポットなどを装備

・白板には、担当作業内容や勤務シフト表を表示し、始業時および休憩時に確認できるようになっている(図 15)。作業管理説明は、ハウス入口作業室の白板に表示(図 16)。



図 15 左: 休憩室内の白板に表示されている作業担当表、右: 勤務シフト表

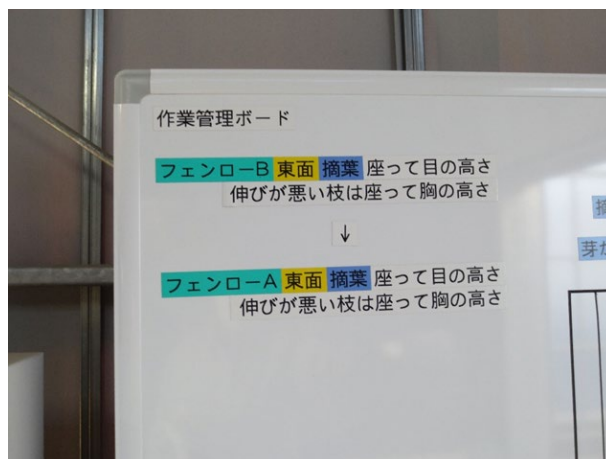


図 16 作業管理説明をハウス入口の作業室の白板に表示

・室内に表彰状(生産販売において優秀な成績をおさめたことをたたえる伊万里市長賞)を展示してある(図 17)。表彰状展示は従業員に好評とのことで、自分たちの貢献によるものとの意識をもつことから、モチベーションを高める一助になっていると思われる。



図 17 休憩室に、生産販売に優秀な成績をおさめたことをたたえる表彰状を展示

#### 5) 作業従事者数

- ・増設前(2022年、栽培面積 60a)の従事者数は、計 8 名(本人、常時雇用 2 名、パート従業員 3 名、研修生 2 名)。
- ・増設後(2023年、栽培面積 92a)の従事者数は、計 14 名(本人、常時雇用 2 名、パート従業員 10 名、研修生 1 名)に増員。
- ・来年(2024年)は、外国人特定技能実習生 1 名(長崎県の法人が窓口で、半年契約が可能)を繁忙期(4月から10月)に追加雇用予定。結果がよければさらに 2 名増員したい。

#### (4) 将来展望

・現状では、建設コストや原材料費の高騰などで、経営規模拡大が困難な状況にあるが、長期的には、条件が整えばさらなる規模拡大を視野に入れている。

(以上の本稿の執筆は林委員によるもので、引用資料 1)を部分引用した。)

#### (5) 現地調査による委員所見

調査日時: 令和 5 年 10 月 30 日(月)

(阪下委員)

- ・高温対策で導入した新設ハウスの「外気導入システム」により、換気が高められているように「実感」としては思われた。具体的な観測値を追っていきたいと思う。
- ・山里に立地し、従業員は集まりづらいが、更衣室やトイレの整備等、働きやすい環境を整えながら、「参加的意識」を高め、熟練したメンバーを養成している。とくに従業員間で「作業管理の見える化」が進んでおり、掲示物がシンプルでわかりやすく、「よい農場」の見本となる。

(林委員)

・23歳で新規就農し、13年間で栽培面積を11aから92aまで拡大し、経営形態も家族経営から雇用経営に切り替えている。その間、養液栽培の導入や整枝方法の変更、環境制御装置の導入など、部会内にあつて新しい技術の導入に積極的に取り組んできている。反収も40トン超えを達成している。現状では原材料費の高騰などで増設が難しい状況にあるが、将来的にさらなる規模拡大も視野に入れており、今後のさらなる発展が期待される。

#### 引用資料

1)スマートグリーンハウス転換の手引き、データ駆動型農業の実践・展開支援事業のうちスマートグリーンハウス展開推進、事業報告書(別冊2)、103-116ページ、令和5年3月、日本施設園芸協会



### 3. 最近の次世代施設園芸拠点の概要と改善点

※次世代施設園芸拠点 10 拠点の詳細な立地環境、施設設備仕様等については、  
「大規模施設園芸・植物工場 導入・改善の手引き 令和 2 年 3 月発行」  
<https://jgha.com/wp-content/uploads/2020/04/31bessatsu2.pdf> を参照願います。

### 3.1 次世代施設園芸北海道拠点

#### (1) 経営概要

清水建設(株)、富士電機(株)、ウシオ電機(株)、地元金融機関等の出資による苦東ファーム(株)が事業主体となり、2014年より生産を開始している。生産施設は苫小牧東部工業基地内にある。平成26(2014)年度に両屋根型連棟ハウスを1棟(A棟、間口8m×28連棟×奥行93m、軒高4m、約2ha)先行して設置し、平成28(2016)年度にさらに1棟(B棟、間口8m×28連棟×奥行93m、軒高3.6m、約2ha)を増設し、合計4haの栽培施設を持ち、国内最大規模のイチゴ栽培施設となっている。各棟とも7エリアにわけ、全14エリアごとに環境制御を行う。高設栽培(かけ流し式、培地:ロックウール粒状綿、有機質培地)により四季成り品種と一季成り品種を組み合わせた周年生産と連続出荷の体制を構築している。主な出荷先は道内の業務用途(ケーキ用等)である。令和4(2022)年1月より清水建設の子会社となっている。

#### (2) 生産・出荷の概要と改善点

##### 1. 概要

- ・**作型**: 四季成り品種による夏秋どり栽培では、2~3月定植を行い、年末まで収穫する。一季成り品種による加温促成栽培では、6月より定植を行い、12月~6月まで収穫する。
- ・**品種**: 夏秋栽培用の四季成り品種は、当初より栽培している「すずあかね」の他、試験品種も含め種子繁殖系品種を用いる。加温促成栽培用の一季成り品種は、「とちおとめ」、「やよいひめ」、「よつぼし」等であったが、現在は種子繁殖系品種の「ベリーホップ」、「よつぼし」を用いる。
- ・**収量**: 令和4(2022)年度実績で年間225t、うち可販果が199t(単収約5kg/m<sup>2</sup>、令和元(2019)年度実績:3.3kg/m<sup>2</sup>)と増収。
- ・**出荷販売**: 令和4(2022)年度はほぼ全棟で安定的に出荷できた。

##### 2. 改善点

- ・**高温対策**: 側窓ネットの目合を0.4mmから3.6mmに変更し、換気効率を高めた。3エリアはファン付き細霧冷房装置からパーティタイプの細霧冷房装置に変更した。遮熱剤(レディヒート)を夏秋どり栽培用B棟に塗布し、作業は外部委託した。
- ・**病虫害対策**: UV-Bランプを全エリアに設置し、うどんこ病の発生が皆無となった。
- ・**栽培管理**: 生産部の若手社員とベテランの顧問が中心に、環境制御システムに頼らず、人の目でイチゴの生育を確認して管理をしている。原則は三現主義(現場での現物の確認と現実の認識)による管理である。生育調査と病虫害調査も実施し、生産部内で定期的にデータを積み上げ議論を行い、その上で判断を行っている。また、府県でのイチゴ栽培における飽差管理を参考にし、蒸散量の確保や細霧利用等によって湿度を高めに管理している。
- ・**選果包装**: AI選果機のイタマーズ(日本協同企画製)を導入し、人の眼による選果作業から、機械による選果作業に移行し効率化をはかり、増収への対応をしている。箱詰め包装。
- ・**出荷販売**: 原材料高騰に対応し、販売単価アップを顧客に説明し受け入れられた。道外出荷を夏秋期の高単価時期をメインに増やしている。

・今後の改善計画:加温促成栽培のA棟にも夏秋どり作型を導入予定である。夏秋どり栽培の面積を拡大し、LPGの使用量を削減し燃料高騰に対応する。夏秋どり栽培の増収分は高単価が見込まれる道外にて販売予定である。

### (3)生産管理・作業管理の概要と改善点

#### 1. 概要

- ・社員:17名、社長、顧問、営業部3名、生産部9名、管理部3名。生産部9名の内訳は、部長1名、圃場管理担当5名、選果担当1名、設備担当2名
- ・パート従業員:56名登録、常時40~45名、募集に対し人数は集まり、作替え時に派遣従業員を3~4名追加。
- ・組織体制:作業班と選果班があるが、作業班が選果を手伝うなど団体行動で進める。時期により棟別にも班を分けるが、作業繁忙期に分けていない。
- ・作業計画:年間作業計画と2週間単位の作業計画を策定。積算温度より4週後の葉数やランナー数を予測し、逆算した作業内容と作業量を決める。夏秋栽培担当者、加温栽培担当者、設備担当者が協議し、人工調整を行う。
- ・作業の流れ:8時半始業、選果作業は10時から稼働し、それまでは圃場作業も行う。4時半にパート業務終了。圃場作業班は朝一で全員収穫、10時から選果班へ、残りは収穫など、団体行動中心である。

#### 2. 改善点

- ・作業簡素化:パート従業員に判断をさせず、葉かき作業では枚数を伝えるなど単純な内容で作業指示を行っている。判断が必要な摘果作業は行っていない。以前使用していた作業マニュアルも廃止した。
- ・作業管理:作業記録を従業員が自分で行うことで、時間と量の意識付けをしている。工程管理上の標準時間があるが生育などに合わせ調整している。時間内に終わらせるなど、作業のデッドラインを意識し管理している。
- ・作業指導:社員が圃場を巡回し、指示通りの作業ができていない場合には、作業を行った従業員に細かな指導をし、正確な作業を行うにしている。
- ・情報の共有化:デジタルサイネージを設置し、パート従業員全員が毎日の目標と実績を確認できるようにしている。社員による夕方の15分ミーティングで、情報の共有や目標管理、対策について話し合い、作業を必ずやり切る体制にしている。
- ・収穫基準:以前の選果機では硬い果実でなければ選果に合わなかったが、新規導入した選果機では収穫の基準が広がっている。
- ・技術者の常駐:イチゴ栽培専門の技術者が顧問として常駐し、問題にすぐに対処できる体制にしている。

### (4)環境制御・エネルギー管理の概要と改善点

#### 1. 概要

- ・環境制御:富士電機製環境制御装置による全14エリアの個別制御。

- ・**エネルギー管理**: 温風暖房(LPG ボイラー:117kW×28 台×2 棟)と温湯暖房(電気式ヒートポンプ:160kW×4 台、120kW×2 台 MVCP180、木質チップボイラー:200kW×1 台、350kW×1 台)の併用。温湯配管は高設ベンチ培地内にあり、ヒートポンプによる冷水での培地冷却も可能。
- ・**化石燃料削減**: 木質チップの水分率上昇などの品質低下があり、今後化石燃料の削減が厳しい状況。
- ・**加温設備**: 温風暖房機、温風ダクト、培地加温(冷却)パイプ、融雪パイプ(ハウス谷部屋内)
- ・**冷房設備**: 細霧冷房装置

## 2. 改善点

- ・**高温対策**: 細霧冷房の導入、遮熱材の塗布、換気窓ネットの目合いの拡大。
- ・**省エネ対策**: 花粉稔性が強い品種「よつぼし」の栽培では夜間温度を下げている(最低 7°Cで生育条件を確保、春先では 5°Cに下げた。暖房温度設定を細かく調整し、令和 3 年度使用量比で LPG6 割、電気 2 割を削減し、エネルギー単価上昇の中でも暖房経費は低減させた。入り口の目張りやサイドの固定張りなど隙間をすべて塞いでいる。貯水タンクを被覆して保温するなど細かい対応をしている。



図 1 B 棟での四季成りイチゴの夏秋栽培  
(2023 年 6 月 23 日撮影、以下同様)



図 2 左:A 棟での一季成りイチゴ加温促成栽培の撤去作業  
右:A 棟での四季成りイチゴ夏秋栽培の定植作業



図3 新規導入の選果機

※本章は、2023年6月23日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果、および2023年11月10日に実施した次世代施設園芸拠点情報交換会の内容をもとに執筆した。改善点については、前回の現地調査(2021年10月15日)以降に行われたものを抽出した。

## 3.2 次世代施設園芸宮城県拠点

### (1) 経営概要

地元出資法人((株)デ・リーフデ北上)が事業実施主体となり、石巻市橋浦地区にハウスと付帯設備を整備。2 屋根型ガラスフェンローハウス(軒高 5.5m、間口 8m、奥行 124~140m: 1.3ha、パプリカ、奥行き 92~108m、1.1ha、トマト)にて、2016 年夏からのトマト栽培(ハイワイヤー、循環式、冬越し、品種: 富丸ムーチョ、計画収量 33.6kg/m<sup>2</sup>)と、秋からのパプリカ栽培(ハイワイヤー、循環式、夏越し、計画収量 20kg/m<sup>2</sup>)を開始した。施設設置場所は、北上川河口付近にあり地下水の原水塩分濃度が高く、雨水利用(タンク容量: 7200 m<sup>3</sup>)を行っている。三陸沿岸部の豊富な日射量とガラス温室の良好な光線透過、LPG 燃焼と液化 CO<sub>2</sub> ガスによる積極的な CO<sub>2</sub> 施用をいかし、また作業能力の向上により計画以上の収量を達成している。

業務用途などの需要に対応し、近隣に第二農場のデ・リーフデ大川(トマト用ハウス: 1.3ha、パプリカ用ハウス: 0.9ha)を建設し、2022 年より栽培を開始している。さらに、県内の美里町に第三農場としてデ・リーフデ美里を 2.0ha の既設ハウスリノベーションにより開設し、2024 年 3 月よりトマト栽培を開始予定である。

### (2) 生産・出荷の概要と改善点

#### 1. 概要

- ・**作型**: トマト(大玉)は長期 1 作型(7 月定植、9 月~翌年 6 月迄収穫)、パプリカは長期 1 作型(11 月定植、翌年 1 月~翌年 9 月迄収穫)。
- ・**品種**: トマトは富丸ムーチョ、パプリカは赤(ナガノ他)、黄色(カイト他)、橙。
- ・**収量**: トマトの 2023 年 6 月時点の年間収量は 520t(1.1ha、単収 47.3kg/m<sup>2</sup>)。パプリカの 2023 年 9 月時点の年間収量は 220t(1.3ha、単収 16.9kg/m<sup>2</sup>)で前年の 2 割減、6 月以降最盛期の猛暑の影響による。
- ・**データ利活用**: 宮城県農業・園芸総合研究所が考案したウィークリーレポートを活用し、週間の生育調査データや環境データ、天気予報などを取りまとめ、週間の栽培計画の他、生育予測・収量予測にも活用している。
- ・**選果包装**: トマト、パプリカとも形状選果し箱詰め。パプリカは一部 FG 包装。
- ・**出荷販売**: トマト、パプリカとも M サイズが売れ筋で、トマトは生食用、加工用どちらも対応可能なためサイズによって取引先を選定。パプリカは量販店や加工業者などのニーズに応じた品種選定をし、販売単価の向上につなげる。

#### 2. 改善点

- ・**県外大規模生産法人との交流**: 宮城県によるトマト、パプリカ生産法人の勉強会に加え、県外の大規模施設生産法人への視察や情報交換を進めている。また自社への視察も多く受け入れている。特に猛暑に慣れている西日本での対応について参考にしている。
- ・**トマトの品質向上**: 収量を抑えつつ、肥料管理の調整による秀品率の向上(95%)を進め、作業量も抑えながら売上を確保している。
- ・**パプリカの育苗**: 二次育苗施設が無く、育苗時に強日射を受けやすく乾燥もあり過酷な環境のため、なるべく徒長させず根張りが良くなるよう灌水などを工夫している。

- ・**病害虫対策**:宮城県内でもトマト黄化葉巻病の発生があり、ここでは発生はないがコナジラミは見られるため、気門封鎖剤を部分散布し、病害発生時には殺菌剤の全面散布による準備を進めている。パプリカではアブラムシの発生と薬剤耐性に対し、タイリクヒメカメムシなど天敵の導入を開始し、天窓にネットが無い環境でも定着している。
- ・**今後の改善策(トマト)**:デ・リーフデ美里分も含め大玉トマト出荷量が年間 1800t 程度になる見込みで、大口顧客に絞り販売を集約化し、スケールメリットを活かして販売単価や運賃資材費の交渉も進める予定。
- ・**今後の改善策(パプリカ)**:パプリカの品種数を現状の 10 程度から絞り、メインの品種に近い特性の品種を中心に、より環境制御がしやすいよう試験品種より選定を進めている。デ・リーフデ大川での夏越栽培でも高温に強い品種を選定予定。

### (3)生産管理・作業管理の概要と改善点

#### 1. 概要

- ・**社員**:8 名(以下人数は 2023 年 8 月時点)
- ・**パート従業員**:35 名
- ・**組織体制**:生産販売事業部(トマト班:社員 2 名、パート 13 名。パプリカ班:社員 2 名、パート 11 名。選果班:社員 2 名、パート 10 名。直売所:パート 1 名)、総務部:社員 2 名、メンテナンス部。
- ・**作業計画・作業管理**:年間の生産・作業計画では、大まかな必要人工数を策定し、週単位での収穫予定や予定作業にもとづき日々の必要人工を算定し、ホワイトボードで作業指示(週 5 日)を行う。作業管理システム(Priva FS Performance)により、登録された作業内容ごとに作業開始、収量時間が記録される。作業進捗状況や個人別作業時間の集計が自動化される。
- ・**農福連携**:段ボール組み立て、パック詰め、片付けなど、様々な軽作業で B 型施設と連携。

#### 2. 改善点

- ・**労働生産性向上**:トマトでの生産物 1t に必要な作業時間は 48.0h(2022 年実績、2016 年比 40% 減)、同パプリカは 75.0h(同 9%減)
- ・**従業員の能力向上**:従業員の定着率が高く、作業能力のレベルアップにつながっている。トマトでは病害虫の発見をパートが行うようになり、現場での対応力が向上している。グローアのレベルアップにもつながっている。
- ・**猛暑での作業体制**:2023 年の猛暑では休憩を多くしたことで作業効率も低下し、派遣従業員をスポット的に入れて対応をしている。
- ・**今後の改善策(パプリカ)**:従業員の入れ替わりが少なく、高齢化も進んでいる。本年 1 月に新人が 1 年ぶりに入り、ベテランが在籍しているうちに若い人材へ技術を受け継いでいく予定。

### (4)環境制御・エネルギー管理の概要と改善点

#### 1. 概要

- ・**環境制御**:Priva Connex
- ・**エネルギー管理**:木質チップ温湯ボイラー(1200kw×1 台、木質チップ:地元森林組合産)と LPG 温湯ボイラー(60 万 kcal/h×4 台×3 棟)による暖房。パプリカ温室のみ、地中熱源ガスヒートポンプ(30 馬力×7 台)を暖冷房利用。化石燃料削減率 35.9%(2018 年実績)

・加温設備:温湯配管(パイプレール)、ガスヒートポンプからのダクト送風(冷房兼用)。

## 2. 改善点

・高温対策:トマトでは遮光剤も早めに4月より塗布予定、夏場では日射量を減らし温度管理を優先するなど、遮熱材の2度塗りも検討中。

・省エネ対策:従来と同様に木質チップボイラーを主要熱源としている。

### (5)その他

・施設設備の修繕・更新:カーテンの補修。他に木質チップボイラーの送風機モーターの破損があり、海外製品のため取り寄せに2か月を要し、その間はLPGボイラーを使用。木質チップボイラーは10月~4月は24時間稼働するため、定期的部品交換なども検討中。



図1 デ・リーフデ北上での大玉トマト栽培(終盤)(2022年6月22日撮影)



図2 デ・リーフデ北上でのパプリカ栽培(2024年1月30日撮影)

※本章は、2023年10月6日にオンライン開催したスマートグリーンハウスセミナーでの(株)デ・リーフデ北上総務部長の阿部淳一氏による講演の内容、および2024年1月30日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果をもとに執筆した。改善点については、前回の現地調査(2022年6月22日)以降に進められたものを抽出した。



### 3.3 次世代施設園芸埼玉県拠点

#### (1) 経営概要

イオンアグリ創造(株)が取組主体となり、埼玉県農業技術研究センター久喜試験場(久喜市)内に2屋根型低コスト耐候性ハウス(間口9m×3~4連棟×奥行64~96m、軒高4mを計11棟、合計3.3ha)と、自家育苗用に人工光育苗施設(8台)などの付帯設備を整備し、低段密植栽培(循環方式、少量培地方式:Dトレイ栽培、大玉トマト、年3作程度、計画収量990t(単収:30kg/m<sup>2</sup>)を2017年2月から開始した。

#### (2) 生産・出荷の概要と改善点

##### 1. 概要

- ・**作型**:低段密植(約5,700~4,000株/10a(株間18~24cm))による4~5段摘心栽培、年3作(ハウス11棟で定植時期をずらす)。
- ・**品種**:秋冬栽培:ハウス桃太郎、冬春栽培:TTM-170(タキイ種苗、トマト黄化葉巻病抵抗性品種)、夏期栽培:麗月。
- ・**収量**:ハウスにより単収24~27kg/m<sup>2</sup>程度。
- ・**データ活用**:環境データ(灌水量、日平均気温)などを棟ごとにまとめて管理。
- ・**生育調査**:特定のパート従業員(3名)が週2回、1棟6株で実施し、入力。
- ・**選果包装**:形状選果とパック詰め(3~4玉中心)。
- ・**出荷販売**:周年出荷し、グループ会社であるイオンリテール(株)等に販売。

##### 2. 改善点

- ・**栽培管理**:日射量の少ない秋冬栽培での栽植密度を従来の5700株/10aから4300株/10aとし収量増に。摘心段数は従来の4段から秋冬栽培では5段とし、春作では6段も試行。
- ・**培地容量**:摘心段数を増やすに当たっては、培地量を増やすことで草勢が安定。
- ・**培養液管理**:ECを従来の2から3に上げ草勢が安定し、着果数も増加。
- ・**品種**:安定して着果し、比較的小玉でパックでの販売に適した品種を選んでいる。夏期は、高温着果性が良く、裂果に強い品種を使用。
- ・**誘引方法**:採光性向上と灰カビ防止に、誘引用パイプを通路側に広げ、条間を広げた。
- ・**データ活用**:以前はデータ量が多く繁忙期には確認が難しかった。現在は栽培に必要なデータに絞り込んで、1枚で11棟の状況が把握できるようにし(ソフト開発はパート従業員(元SE)が担当)、毎日印刷したものを栽培担当社員が確認している。
- ・**収量予測**:環境データと着果数を反映した収量予測を行い、年間の作業計画作成に活用、現在は9割程度の精度となっている。長期的な出荷予測はシステム上で確認し、販売先と共有、短期的な出荷予測は農場長が着果や着色の状況をハウスで確認し、その時点での出荷状況を勘案して行っている。
- ・**販売**:積極的な炭酸ガス施用などによって、収量は年々増加しており、特に3月~4月の販売量が増加している。3玉~4玉1パックが主だが、小玉果が発生してしまうので5玉1パックの形態で別会社へ販売している。店舗で販売できない果実のフードパントリーへの寄贈を行い、廃棄ロスが10%から8%に低減している。

### (3)生産管理・作業管理の概要と改善点

#### 1. 概要

- ・社員:9名
- ・パート従業員:95名(常時40-50名/日、60歳以上が6-7割、30-40代を6名雇用し若返りを進めている)。社会保険適用者が10名。
- ・勤務時間:9-16時(コアタイム)、社保加入者は8-16時、夏期サマータイムは8-15時(コアタイム)、一部5時開始(5-10時、5-11時、5-16時(社保適用))で、主婦層を中心に多く集まる。
- ・組織体制:農場長の下に、副農場長3名(栽培、選果・教育、施設担当各1名)、栽培担当社員3名、選果担当社員1名、施設担当社員1名。データ管理担当社員は置かず。本年は新卒1名、中途採用1名、出向者1名の計3名が新たに着任。
- ・作業の流れ:全体の栽培指針や作業計画を副農場長が策定し、各棟を担当社員が管理。作業実績をホワイトボードに記入しシステムに入力。教育担当社員による講習会を開催し、作業指導を全員に行う。収穫を中心に作業方法を統一化。ランキング形式で作業結果などを公表。
- ・農福連携:障害者雇用2名。収穫や片づけ作業を行う。県立特別支援学校からインターン生の引き受けや視察対応を実施。

#### 2. 改善点

- ・作業簡素化:ヘタ切りをやめ、もぎ取り収穫(手もぎによる、作業時間は15%程度早い)に変更。コンテナ高を低くし1段積みにし、ヘタの刺さりによるロスも防止
- ・株数調整:株数を25%減らし、管理作業時間も25%短縮(収量は増加)。
- ・片付け期間短縮:6日を4日に短縮し、年間2.8作を3作に。青採り前にできる限り作業を進め、ハウス内で行っていた作業をハウス外で行ったことで片付け期間を削減。

### (4)環境制御・エネルギー管理の概要と改善点

#### 1. 概要

- ・環境制御:複合環境制御・養液制御を各棟単位で行う(複合環境制御装置:日本オペレーター製)
- ・加温設備:温風暖房機(10万kcal/h×11台、木質ペレット)とLPG温風暖房機(6.7~11.2万kcal/h×22台)のハイブリッド運転、循環扇による送風。
- ・冷房設備:細霧冷房装置

#### 2. 改善点

- ・高温対策(外気導入):昨年より1棟でファンを追加し試行中。温度低下は細霧冷房の合わせ1~2°C程度。
- ・高温対策(遮熱剤塗布):遮熱剤を3月末~4月に全棟塗布。6月下旬に2度目を塗布したハウスは1度だけの塗布に比べ掘音が低下した。除去剤を9月末~10月に使用。
- ・省エネ対策(電力):電気使用量は昨年比で94%に減少。育苗装置では苗が小さい時はトレイをできるだけ詰めて並べることで、全体の蛍光灯点灯数を減。LPG・ペレット暖房機ファンを停止(収量への影響無し)。

- ・省エネ対策(暖房):ペレット暖房機を早朝加温時間帯中心に使用を増やし、ペレット暖房機使用時間中のLPG暖房機の使用は減に。熱量単価は、以前はLPG有利、現状もLPG有利だが、ハウス内の温度を均一に保つためにペレットを積極的に使用(ペレット使用量:昨年比144%、LPG使用量:同81.6%)。保温カーテン修繕で保温性が向上。
- ・木質ペレットの供給:供給業者変更がありホワイトペレットとバークペレットを使用、以前のバークペレットよりも品質はよく、灰かき作業が毎日から3日に1回に低下。

## (5)その他

- ・施設設備の修繕・更新:昨年の雹被害で外張りフィルム(フッ素樹脂製)が破損、テープ補修を行ったが、タイミングを見計らい張替えを計画中。雷被害もあり、LAN関係機材や肥料管理機の故障が発生し修繕。木質ペレット暖房機の窯を交換、ファンは都度交換。



図1 低段密植栽培の状況(2023年8月8日撮影、以下同様)



図2 トマトの着果状況



図3 細霧冷房装置による細霧の発生状況



図4 試験中の外気導入用ファン

※本章は、2023年10月6日にオンライン開催したスマートグリーンハウスセミナーでのイオンアグリ創造(株)久喜農場農場長の大内智裕氏による講演の内容、および2023年8月8日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果をもとに執筆した。改善点については、前回の現地調査(2020年2月12日)以降に進められたものを抽出した。

### 3.4 次世代施設園芸静岡県拠点

#### (1) 経営概要

静岡県、長野県で高糖度トマトを生産する(株)サンファーマーズの新たな農場(小山町上野)として、同組織の4社からなる(株)サンファーム富士小山が事業主体となり、屋根型低コスト耐候性ハウス(軒高3.0m、間口9m×4連棟×奥行55m×20棟、合計4.0ha、1社1haの栽培を担当)により、低段密植栽培による高糖度トマト栽培(かけ流し方式、ヤシガラ培地、大玉トマトとミニトマト、各年2.5作程度、各計画収量:7kg/m<sup>2</sup>、3kg/m<sup>2</sup>)を2016年2月に開始し、育苗を人工光型育苗施設6台により行っている。

サンファーム富士小山は0.65haの直営農場増設(含む育苗施設)を行い2021年2月に栽培開始、さらに隣接地に(株)サンファーマーズの4社からなる(株)サンファーム令和が3.37haのハウス、および育苗施設を新設し2022年5月に栽培を開始している。また2015年のミラノ万博に高糖度トマトを出展、スペインに合弁農場のサンファームイベリカ(2ha)を建設、2019年1月より出荷開始している。

#### (2) 生産・出荷の概要と改善点

##### 1. 概要

- ・**作型**: 低段密植栽培(3段摘心)、年10作×4社による周年栽培
- ・**品種**: 高糖度トマト(アメーラ)、高糖度ミニトマト(ルビズ)
- ・**収量**: アメーラは計画収量の7kg/m<sup>2</sup>を上回るが、昨年は高温による着果不良、コナジラミ発生等により6.5kg/m<sup>2</sup>に。
- ・**選果**: 共同選果(JA大井川、藤枝パッキングセンター)

##### 2. 改善点

- ・**作型調整**: 当初は年10作で栽培を開始、その後、気温上昇等で生育が早くなり、多い年は年11作になり残果ロスが発生。平均で年10.5作になるよう播種計画等を見直し、実施している。
- ・**データ活用**: 1作ごとに定植～開花～収穫開始～終了の3期に分け、平均温度、積算日射量、光線透過率、給液量などを集計分析。開花からの積算温度による収穫開始時期の目安が、気候変動の影響で変化する。
- ・**パッキングセンターデータとのクロス分析**: 果実の大きさ、色、形、糖度などのデータと前記データとの比較分析。
- ・**生育調査**: 定植時の苗が小さく、根張りをしっかりするよう管理し、目安としてポット重量を計測。生長点から15cm下の莖径を太くしないよう、データを見ながら管理を開始。これらは若手社員が観察力を高め樹の状態を判断できるよう、教育の一環としても着手。
- ・**病虫害防除**: コナジラミ防除と雑草除草を中心に、トマト黄化葉巻病対策を実施。農場全体の同時防除や周辺とハウス内の除草、野良トマト除去を徹底。蒸し込みはセンサー損傷があり困難で、早めに株を切除し枯らし、残果も残さない。
- ・**運送時品質管理の強化**: 高温期の軟果によるロスが発生、パッキングセンターへの運搬時の管理を見直す(前日午後集荷し一晩保管後の翌日センター入庫を、当日朝集荷し当日センター入庫)

とし軟果防止)。サンファーム令和が新設され、出荷量も増え、10t 車等によるチャーター便による直行運送が可能となり、積載効率も 100%に近づき、運送中の痛みも低減。

・**選果基準の厳格化**:パッキングセンターでの選果時の品質基準が厳しくなり、それに対応した出荷を行っている。ブランド評価は上がり、仲卸の動きが活発化する中、東京市場から関西や四国にも広く流通している。

・**マーケティング担当の配置**:専門担当のマーケティング部長(元東京青果)を昨年より配置、市場の情報、他産地情報などを直接収集し市場分荷を担う。

### (3)生産管理・作業管理の概要と改善点

#### 1. 概要

・**社員**:1社2名×4社、計8名。当初のサンファーマーズ加盟4社による運営体制から1社が抜けており、その分を別の1社が担当し、そこでは社員4名(ベテラン1名、若手3名)で2haを担当(若手は20代社員1名、新卒採用1名、中途採用1名)がいる。

・**パート従業員**:33名(現場担当31名、パッキング担当1名、事務担当1名)、時給1,000円。

・**農福連携**:障がい者施設への委託により、障がい者が片付け作業をすべて行う。

・**組織体制**:4社は独自に担当ハウスを管理し、パート従業員に指示。パート雇用費は各社が分担して支払う。

#### 2. 改善点

・**福祉サービス事業所との連携強化**:主要委託作業:片付け(株切り、株撤去、ポット回収、ポットはずし、ハウス清掃)、定植準備(ポット並べ)。サンファーマーズ内連携農場数7社(78%)、連携福祉事業所数10法人(B型と入所施設)、障害者人数100人以上。

・**障がい者の直接雇用**:サンファーマーズで5名を社員雇用(サンファーム富士小山1名(アメーラ栽培担当)、サンファーマーズ藤枝農場3名(ルビズ栽培担当)、藤枝パッキングセンター1名(アメーラ選果担当)。2022年に農水省のノウフクアワード優秀賞を受賞。

・**障がい者への作業指導**:サンファーマーズの福祉農業部部長が、直営農場で障がい者への作業指導を実施。

・**作業環境整備**:福祉サービス事業所の出入りが増え、圃場内の5Sを整備、ハサミの保管場所などが整う。

### (4)環境制御・エネルギー管理の概要と改善点

#### 1. 概要

・**環境制御**:マキシマイザー(Priva製)、温度、CO<sub>2</sub>濃度等の設定条件につき、4社で協議し、生育状況を確認しながら逐次変更。液化炭酸ガスにCO<sub>2</sub>施用:外気とのゼロ濃度差施用を基本に、密閉時には濃度を上げる管理。

・**エネルギー管理**:木質ペレットボイラー(50万kcal/h×4台)・重油暖房機(5万kcal/h×2台)×20棟・熱交換装置(グリーンソーラ×2台)×20棟。統合環境制御装置(マキシマイザー)による木質ペレット温湯ボイラーと重油温風暖房機の燃焼時期の調整によるハイブリッド暖房制御。

#### 2. 改善点

・**高温対策**:標高約 480m で年々夏期高温が進み最高気温が 35℃に。遮光を多くし、グリーンソーラを送風用に使う。遮熱剤塗布は未使用(スペインでは使用中)。増設圃場では梨地フィルムを展張。

・**省エネ対策**:2022 年の重油価格高騰に対し、ハイブリッド暖房での木質ペレットの使用量を増やし、化石燃料削減率が目標 50%に対し 61.5%に。重油のみの加温より 500 万円の燃料費削減と試算。木質ペレットの灰出し作業を 1 週間ごとに 1 社により実施、ドラム缶 1 缶分を 1 時間~2 時間程度で行う。燃焼量が増え作業量増加。

#### (5)その他

・**施設設備の修繕・更新**:木質ペレット温湯ボイラーのメーカーメンテナンスを年 2 回実施、消耗品も都度交換中。カーテンの摩耗が発生(10 年で交換予定)。

・**非常用電源の準備、簡易 BCP 策定**:発電機借入の手順書を作り、建機会社と契約。3 相対応の専用コードを用意し、ハウスを巡回接続し、優先順位を決めて灌水、天窗、カーテン等の機器を動かす。停電被害に対する簡易 BCP(停電による電気、水道、CO<sub>2</sub>の停止、作物被害、地震発生時等)も策定済。



図 1 本圃栽培状況(2023 年 7 月 28 日撮影、以下同様)

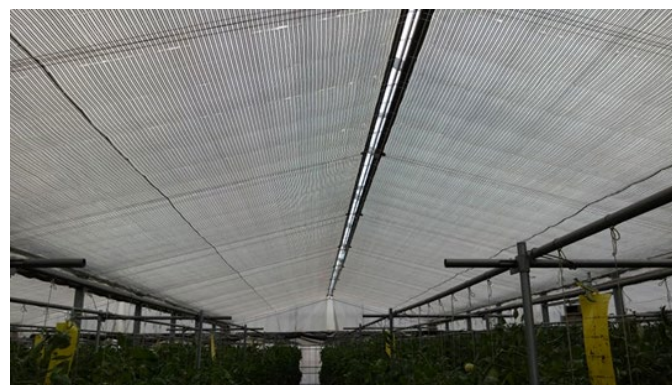


図 2 遮光カーテン展張状況



図3 増設棟本圃の栽培状況(白マルチ)



図4 サンファーム令和入口付近

※本章は、2023年7月28日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果、2023年10月6日にオンライン開催したスマートグリーンハウスセミナーでの(株)サンファーマーズ SFI 総合研究所所長の石戸安伸氏による講演の内容、および2023年11月10日に実施した次世代施設園芸拠点情報交換会の内容をもとに執筆した。改善点については、前回の現地調査(2020年1月23日)以降に進められたものを抽出した。



### 3.5 次世代施設園芸富山県拠点

#### (1) 経営概要

廃棄物処理業の(株)富山環境整備が事業主体となり、富山市婦中町吉谷地区にて屋根型単棟ハウス(間口 20~24m、900 m<sup>2</sup>~2448 m<sup>2</sup>、合計 28 棟)により高糖度トマト(フルーツトマト)の長段密植栽培(アイメック方式、品種:フルティカ、18 棟、6~8 株/m<sup>2</sup>、計画収量:17.67kg/m<sup>2</sup>)と切り花栽培(トルコギキョウ、土耕栽培、10 棟、計画収量:119 本/m<sup>2</sup>)を実施中である。各棟の定植時期をずらして周年生産を行い、人工光型育苗施設での 1 次育苗、および育苗ハウスでのベンチ育苗を行う。トマトは 2014 年 11 月に第 1 回定植を行い、現在 10 年目の生産中である。切り花は 2015 年 6 月にトルコギキョウの第 1 回定植を行い、現在 9 年目の生産中である。トマトは糖度センサー付き選果装置により、個体別の糖度と重量選果を実施している。当地での 12 月から 3 月付近の日射量は、5 月から 8 月のピーク時に比べ 1/4 から 1/5 程度と低く、冬期の収量確保は難しいが、栽植密度の調節、トマトハウスでの LED 補光の導入が行われ増収効果が確認されている。廃棄物の発電併用焼却施設からのヒートポンプ等への電力供給を行い、化石燃料による加温設備を用いない特徴がある。

#### (2) 生産・出荷の概要と改善点

##### 1. 概要

- ・**作型:**フルーツトマトは年 1 作程度×18 棟(全 28,600 m<sup>2</sup>)、トルコギキョウは年 1 作~2 作程度×10 棟(全 12,000 m<sup>2</sup>)
- ・**品種:**フルーツトマト:フルティカ。トルコギキョウ:多品種
- ・**収量:**フルーツトマト:9~10kg/m<sup>2</sup>。トルコギキョウ:19 本/m<sup>2</sup>
- ・**選果:**フルーツトマト:重量・糖度選果、パック詰め。トルコギキョウ:手選別
- ・**加工:**フルーツトマト:品質を高め、ホテル関係へ業務用のトマトピューレ、トマトジュースを販売中。

##### 2. 改善点

- ・**フルーツトマトの作型調整:**2021 年までは収量の平準化をしていたが、現在は時期別の単収データをもとに、需要に合わせて栽培時期を調整している。春先の収穫を減らし 11 月にピークとなるよう調整。単価は年間変えずに販売。
- ・**フルーツトマトでの機器設備導入:**Philips 製 LED を 12 棟に追加導入。NETAFIM 製日射比例灌水装置を 3 棟にデータ駆動型の補助事業で導入し、既存のタイマー灌水に比べ管理作業が改善。
- ・**フルーツトマトでの接ぎ木苗導入:**全量を購入接ぎ木苗(穂木:フルティカ、台木:がんばん根)に。
- ・**トルコギキョウでの土壌改良:**フザリウム対策で土壌の入れ替えを行っている。
- ・**収量目標と実績のブレの縮小:**過去 9 作分の実績を参考に、月ごとの単収を稼働面積当たりで把握し、その中でもっとも高い単収を月別目標値としている。さらに、その月の果実重を選果機のデータから品質目標としている。各種データを掲載したレポートをもとに行う週 1 回の栽培ミーティング(次項)で、過去のデータを活用しながら、目標に向かっての管理者の意識を統一し、ブレの少ない収量目標も立案できるようになっている。

- ・**データ活用による栽培方針ミーティングの開催**:ミーティング資料を2枚にレポート化、設定値と実績値の一覧を棟ごとに集計。週1回栽培管理者とのミーティングを実施。環境データを週単位で集計、生育量や収量と対比。伸長量をまず確認し、ズレがあれば原因(灌水、EC、温度など)を検討して調整。ハウスごとに次週の方針を検討、決めたことは議事に残し情報共有化。新しい担当者が来ても過去の記録を確認し、ミーティングにも参加することで、理解を促す。
- ・**生育調査**:週1回、定植時から、伸長量、節間長、莖径、着果数、着果不良率(果梗の分枝ごとに着果から収穫開始までの不着果数を数え、高温期の着果不良の原因を究明)など、20aで8株、10aで4株を調査。過去には硝酸態窒素濃度やLAIも計測したが、現在はこれに落着く。
- ・**高温対策**:自社作業による遮熱剤塗布を実施。
- ・**病害虫等への対応**:トマトではコナジラミ等の被害に対し、定期防除での予防とラノーテープ全棟設置により対応している。トルコギキョウでは連作障害が課題。
- ・**機能性食品表示**:昨年8月より出荷全体の10~20%程度で行う。販売単価も上げ、一般消費向けよりもサプリメント的な販売を行う。販路は既存のスーパー・百貨店向け、今後はドラッグストア向けも検討中。消費者庁への届け出は種苗会社の協力でデータを集めながら進めた。

### (3)生産管理・作業管理の概要と改善点

#### 1. 概要

- ・**社員**:8名、トマトと切り花の担当分けは行わず。他に営業担当社員が2名。
- ・**パート従業員**:62名登録(トマト、切り花で共通)。時給1,000円、人員不足は無くパート募集は行っていない。
- ・**外国人技能実習生**:10名(全員ベトナム人)、帰国者に対し新規の実習生は充当できており、今後は増やす予定。
- ・**農複連携**:障がい者施設への作業委託を10名程度、通年で行う。トマトへた取り、規格外品袋詰め、作替え、圃場整備など。
- ・**組織体制**:本年春よりトマトと切り花の組織を以前は分離していたものを一体化。
- ・**作業の流れ**:日々の作業割振りを栽培担当社員が作業段取り表により指示、作業指示書をハウスに置き、個別の指導は行わない。ハウスごとの作業進捗表をもとに、各ハウスで進捗をさらに書き加え、進捗管理を行う。

#### 2. 改善点

- ・**タブレット管理への移行**:紙ベースで行っていた労務管理をタブレットに移行中。パート100名程度についての工数の把握が出来ていなかった中で、社内でプログラムに詳しい社員を中心に開発を進める。ハウス単位個人単位での作業記録に用い、リアルタイムで作業状況を把握可能に。紙の記録はほとんど無くし、情報共有も進む。得意な社員がソフト開発し修正も容易。今後はシフト管理を含めた労務管理も視野に入れている。
- ・**作業遅れの回避**:当初は収量確保のために栽植密度を高め、残業や作業遅れが発生。その後は密度を下げ、作業遅れを回避しながら収量も維持、向上した。作業工数を把握して、シフトも調整して遅れが無いように対応している。
- ・**トマトと切り花の統一管理**:以前はトマトと切り花の担当を分け、担当同士で協力していたが、今年より担当も統一し作業計画も統一化し、人を無駄なく配置することで作業遅れ解消に結びつく。

#### (4)環境制御・エネルギー管理の概要と改善点

##### 1. 概要

- ・**環境制御**:各棟の複合環境制御(ネポン製 MC-6000)、暖冷房はヒートポンプ(イーズ製)を MC-6000 に接続し制御。
- ・**エネルギー管理**:発電併用焼却施設からの電力供給で、ヒートポンプ(7馬力×360台)や補光装置(LED)等の電力を賄う。ヒートポンプは周年で稼働し、夏期の冷房にも利用されている。

##### 2. 改善点

- ・**高温対策**:遮熱剤を中心に行い、遮光カーテンを張り替え併用している。カーテン遮光率は、60～70%のものを使用中。夜間はカーテンを閉め、側窓も閉じ冷気が逃げないようにし、ヒートポンプのフル稼働での冷房を行う。

#### (5)その他

- ・**施設設備の修繕・更新**:遮光カーテンを全棟で張替え(保温カーテンの破れはあるが、張替え予定はなし)。巻上げ装置やカーテンワイヤーを自社で修繕。
- ・**ヒートポンプ等の故障**:ヒートポンプの故障(プロペラ、コンプレッサー等)が増え、修理部品の不足もあり、入れ替えやリース導入(修繕込の定額制など)などを検討中。複合環境制御盤の基盤故障も出始めている。



図1 トマトハウス状況(Philips製LED点灯中)(2023年7月14日撮影、以下同様)



図2 トマトハウス内部遮光カーテン(張替済)



※本章は、2023年7月14日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果、および2023年10月6日にオンライン開催したスマートグリーンハウスセミナーでの(株)富山環境整備アグリ事業部生産課課長の水上弥氏による講演の内容をもとに執筆した。改善点については、前回の現地調査(2020年9月29日)以降に進められたものを抽出した。

## 3.6 次世代施設園芸愛知県拠点

### (1)概要

豊橋市の豊川浄化センター隣接地にて、ミニトマトを3区画にわかれた2屋根型フェンローハウス(軒高5.0m、間口9m×24連棟×奥行133mと間口9m×12連棟×奥行64m、合計3.6ha)で栽培(ハイワイヤー栽培、循環式ロックウール栽培、3.1株/㎡、計画収量:21kg/㎡)を行う。イノチオみらい(株)により2016年8月より栽培を開始し、1区画でヒートポンプによる夜間冷房も取り入れながら夏越し栽培を行うなど、施設全体での周年生産を行う。事業主体は施設園芸等の農業総合支援企業グループに属しており、一般への普及を前提とした低コストの設備設計や機器選定を行っている。一例としてグループ企業が開発した環境制御コンピューターや灌水コントローラを、また温湯暖房や油圧高所台車についても国内での一般生産圃場に導入が進んでいる温風暖房を採用し、高所作業台車も簡易な設計のものを開発、導入している。販売先は、大手流通、地域青果会社、各地の生協等。

### (2)生産・出荷の概要

#### 1. 概要

- ・**作型**:ミニトマトを栽培区ごとに定植時期をずらした年1作型、2.1ha分が夏越し栽培区、1.4haが冬越し栽培区。
- ・**品種**:冬越し栽培区:TY千果、きら姫(へたなし品種)。夏越し栽培区:TY千果
- ・**収量**:2023年度は600t(単収17.6kg/㎡、販売可能な量を作っている)。
- ・**選果出荷**:重量・形状選果、バラ出荷・パック詰め出荷。
- ・**販売**:機能性表示食品(GABA)等による契約販売率向上。
- ・**受賞**:GLOBAL G.A.P.認証取得、3年連続で是正無しで更新し、持続可能な農業コンクールで生産局長賞、豊橋商工会議所 環境経営賞で最優秀賞を受賞。

#### 2.改善点

- ・**夜間冷房と蒸散の管理**:ヒートポンプ夜間冷房では夕方にカーテンを閉め冷房開始する。従来は24時に室温が20℃を下回ったが、今夏は夜温が高く冷房時の室温は22℃程度で従来の2℃高く、夏期収量が低下。また夜間湿度が高いと蒸散が抑制され、培地に水分が残り根腐れの原因になり、葉数の管理を変える(従来は葉数を増やし、昼間の蒸散量増加により気化冷却を促進)。
- ・**黄化葉巻病対策**:天窓に防虫ネットは設置せず通気性を確保し、培養液処方の調整(硝酸態窒素濃度の低減:窒素濃度が高いと黄化葉巻病に罹病しやすい)、粘着テープの全面設置を行う。
- ・**高温対策**:冬越し栽培区では高温耐性付与のため酢酸資材を培地投与し、効果が出ている。
- ・**AIによる培養液管理装置の導入**:灌水コントローラにAIによる学習機能を搭載し、圃場に合った培養液処方をを行い、EC、pHの安定化を図る(ECは通常は±0.5程度の幅のところ、±0.05程度に安定)。
- ・**選果場の環境整備**:選果設備清掃を毎日行いメンテナンス費用削減につなげ、視察のバイヤーの印象も高めた。選果場の冷房用に他の農場から余剰のヒートポンプを移設し、高温期の品質を維持、直近の契約率は78%に。

・**選果作業の段階化とクレーム率低減**:4段階の選果(①隙間選果で小玉を除去、②人の目で確認、③機械選果(最大処理能力30果/秒を15果/秒に落とし選果精度上げる)、④人によるパック詰め)で、クレーム率は0.2%に。

### (3)生産管理・作業管理の概要(数字は2024年2月現在)

- ・**社員**:5名(生産担当部長1名、栽培担当社員3名(栽培、防除、労務管理担当)、事務担当社員1名)、他に選果担当契約社員1名、研修社員1名など。
- ・**パート従業員**:60名登録、時給1,027~1,100円、操業時より残る従業員は20名。
- ・**特定技能**:2名
- ・**農複連携**:収穫コンテナの清掃を障がい者への作業委託を行い、健常者が一緒に行くなどで、雇用創出につなげる。
- ・**組織体制**:作業班体制(高所チーム、低所チーム、マルチチーム(選果を含む全作業)、選果チーム)
- ・**作業の流れ**:ホワイトボードに棟別、曜日別、作業別の作業一覧を示し、また社員がパート作業をホワイトボード上でマグネットを使い割り当て、作業内容は相談しながら進める。ヒヤリ・ハット掲示板を用意し、パート従業員の記入により改善を進める。
- ・**労務管理**:アグリボードを導入し、8インチタブレットをスタンドに立てて、チームで使う。

### (4)環境制御・エネルギー管理の概要

- ・**環境制御**:各温室、温湿度、CO<sub>2</sub>制御×4系統、エアロビート(イノチオアグリ製)
- ・**エネルギー管理**:隣接の下水処理場排水(水温18~22°C程度)の熱交換(Geo-MAX利用)と重油温風暖房の併用。ヒートポンプ暖冷房(1区画のみ)。
- ・**化石燃料削減**:浄水場放流水熱利用で16%程度を削減、冬期の葉かきにより蒸散量を抑え暖房負荷低減、夏越し栽培により暖房期間短縮など、全体では46%削減。他に、夜間暖房時に温度を3時間単位でアップダウンし、カビ発生が起こる5時間程度の高湿度時間帯にならないよう、従来の換気暖房によるエネルギー消費量の抑制に。
- ・**高温対策**:夏越し栽培区では、遮熱材(Qヒート)を3.5缶/10a塗布し、10月に剥離剤を用い除去。液だれしないよう薄くきれいに塗り完全に乾かすことで、豪雨などに対し剥れにくくなる。天窓に防虫ネットをせず換気回数を高め、室内の気流(圃場にはベンチ下送風ダクト、縦ダクトファンが設置)とあわせ蒸散による気化冷却を促している。根量が少ないと蒸散が進まないため、初期の根量の確保と、高温時に根を減らさないよう酸素剤の利用(灌水に朝一で混入)を行う。その他、外気導入とベンチ下ダクトへの送風を行っている。

### (5)その他

- ・**施設設備の修繕・更新**:経年でのカーテン修繕が必要になる。3区画あるが費用面より1区画ごとに修繕予定。



図1 冬越し栽培区(2023年9月上旬定植)(2023年11月10日撮影)



図2 夏越し栽培区(2022年7月25日撮影)



図3 清掃作業中の選果装置



図4 選果場に設置されたヒートポンプ室内機  
(高温期の果実品質維持のため他の農場より移設し冷房利用)



※本章は、2022年7月25日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果、2023年11月10日に次世代施設園芸愛知県拠点にて実施した次世代施設園芸拠点情報交換会における現地視察、および情報交換内容をもとに執筆した。

### 3.7 次世代施設園芸兵庫県拠点

#### (1) 概要

公益社団法人兵庫みどり公社(現:公益社団法人ひょうご農林機構)が国費に加え、県費を活用し施設整備を行い、運営主体の(株)兵庫ネクストファームが公社と施設賃貸借契約を締結し、同施設の運営に取り組んでいる。温室は2屋根型フェンローハウス(軒高6.0m、間口8m×18連棟×奥行124m×2棟、合計約3.6ha)である。2015年8月に栽培を開始し、各棟で大玉トマトとミニトマト(ハイワイヤー栽培、循環式ロックウール栽培、計画収量:大玉で35kg/m<sup>2</sup>、ミニトマトで20kg/m<sup>2</sup>)を栽培し、現在は大玉トマト棟にて中玉トマトを栽培している。

#### (2) 生産・出荷の概要

##### 1. 概要

- ・**作型:**長期多段栽培。
- ・**品種:**中玉トマト:カンパリ(商品名:天然水トマト)。ミニトマト:カリーナ(商品名:恋するカリーナ)
- ・**収量:**2022年度は、中玉トマト500t(単収27.8kg/m<sup>2</sup>)、ミニトマト300t(単収16.7kg/m<sup>2</sup>)。
- ・**選果出荷:**中玉トマト:手作業による選果。ミニトマト:重量選果、自動計量による定量パック詰めや、ジッパー装置を追加導入。
- ・**販売:**サラダボウルグループによる契約販売により、前記の商品名で全国に販売。

##### 2. 改善点

- ・**品種の統一:**複数品種を栽培していたものを、中玉トマト、ミニトマトとも1品種に。グループとも統一化され、栽培レベルの向上を図っている。
- ・**細霧冷房装置の利用:**昨年導入した細霧発生装置の効果的な使用法を模索中。天窗換気時に湿度が低下する際などにミストを噴霧、また蒸散の妨げにならない程度に噴霧するなど飽差での管理をしている。
- ・**高温対策:**前作では4月に遮熱材を、7月に遮光剤を塗布し、細霧冷房も併用し、着花揃いや樹勢回復に効果。
- ・**摘果による樹勢維持:**時期により摘果により着果負担を減らし、樹勢を維持。中玉トマトは果数を、ミニトマトは花梗長を目安に作業を指示。
- ・**定植時期の前進化:**細霧冷房装置の導入により9月中の収穫開始、収穫期間延長となるよう、例年の8月盆明け定植を8月上旬に前進化(現状では着花や果実肥大に問題がみられる)。

#### (3) 生産管理・作業管理の概要

##### 1. 概要

- ・**社員:**7名(役員数込み)、うち統括マネージャー2名(栽培管理と労務管理を統括)、労務計画担当1名、グロワー2名、選果担当1名、営業担当1名、総務経理担当1名。
- ・**パート従業員:**100名登録、常時50~60名、時給1,050円程度。パートから登用したリーダー社員:女性1名(創業時より8年勤務)。
- ・**外国人技能実習生:**3名(ベトナム人)。

- ・**特定技能**:4名(カンボジア人3名、ベトナム人1名)
- ・**作業体制**:ハウスでの作業班は高所と低所に分け、パートリーダー1名がハウス全体をみる。労務計画担当社員だけでは全体を管理しきれない面があり、作業進捗管理、教育、人の配置などを補佐。人員比率は高所3、低所4、選果4。
- ・**作業記録**:会社支給スマホを用いNTTのシステムにより、各作業の開始時と終了時に入力を行う。個人ごと、レーンごとの作業と収穫コンテナ数を記録。システム導入前はリーダーが作業効率など手計算していたものが自動化。作業時間の平均とバラツキを見て、作業が遅い場合に指導するなど活用中。指導は現場でリーダー社員が実施。リーダー社員とパートリーダーは作業記録データを共有。

## 2.改善点

- ・**グループでの共有や標準化**:サラダボウルグループでの作業効率を高める方法や工夫点を共有、収量が上がった際にも作業遅れがないよう対応。標準化の取り組みも進め、よい面を共有する。

### (4)環境制御・エネルギー管理の概要

#### 1. 概要

- ・**環境制御**:iSii(ホーヘンドールン製)により、中玉トマト棟、ミニトマト棟とも4区画を制御。
- ・**エネルギー管理**:ハイブリッド温湯暖房(木質チップボイラー:700kw×1台+LPGボイラー:2,325kw×2台)、LPGボイラー排気によるCO<sub>2</sub>施用(クーリングタワー併用)。
- ・**化石燃料削減**:木質チップボイラーがLPGボイラーより低エネルギーコストで利用でき、優先利用中。木質チップは必要量が地元森林組合より安定供給。

#### 2. 改善点

- ・**化石燃料削減**:昨年より木質チップボイラーの利用開始時期を11月より10月に前倒しし、利用率を向上。
- ・**高温対策**:遮熱材(レディヒート)の4月塗布に加え、遮光剤(レディソル)を7月に上塗り。ミストを過湿にならない程度に噴霧し、8月に外気温38°Cの際に室温34°Cに低下。9月下旬に除去剤(レディクリーン)を使用。
- ・**ミスト噴霧**:年間で乾燥した際にミストを噴霧し、午前10時までは飽差10以内程度に管理。すべて自動制御せず、状況確認を行うことも。ミストノズル(いけうち製)により作物が濡れることはない。

### (5)その他

- ・**施設設備の修繕・更新**:保温カーテンを光線透過率の高いフィルムタイプのもの(ヤンガー製)に交換。木質チップボイラーのチップ送り出しポンプの故障があり、修理に一月を要した。スクリーンの摩耗があり、以前から停止が多く発生。



図1 ミニトマト栽培区画(写真提供:兵庫県)



図2 作業指示書等の掲示物(2023年11月6日に撮影、以下同様)



図3 ライン化された中玉トマトの選果施設



図 4 大型ディスプレイによる中玉トマト選果施設での掲示

※本章は、2023年11月6日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果、および2023年11月10日に実施した次世代施設園芸拠点情報交換会をもとに執筆した。改善点については、前回の現地調査(2022年6月28日)以降に行われたものを抽出した。

### 3.8 次世代施設園芸高知県拠点

#### (1) 概要

(有)四万十みはら菜園と関連会社の(株)ベストグロー、異業種からの新規参入の四万十とまと(株)の3社が事業主体となり、四万十町の高知県立農業担い手育成センター隣接地にて、両屋根型フェンローハウス(軒高6.0m、間口8m、22連棟×奥行88m×1棟、22連棟×奥行80m×1棟、24連棟×奥行72m×1棟、合計4.3ha)により、各棟で大玉・中玉・ミニトマトの栽培(ハイワイヤー、循環式、2.5本/㎡、計画収量:各38.4kg/㎡)を2016年7月より栽培を開始した。別事業で整備された二次育苗用育苗施設(四万十あおぞらファーム(株))より、全施設の定植本数をまかなう苗(接ぎ木2本仕立ての大苗)が供給された。

四万十みはら菜園とベストグローでは、カゴメ向けの品種による出荷が主体であるが、その他に地元向け販路等も開拓している。規格外品を利用したベストグローによる加工品(ジュース、マヨネーズ等)の販売も行う。四万十とまとでは、大玉トマトとパプリカを主に外食向けに販売を行う。

#### (2) 生産・出荷の概要

##### 1. 概要

- ・**作型**: 長期多段栽培。
- ・**品種**: 四万十みはら菜園・ベストグロー: ミニトマトが全体の4割程度に増加、残りが大玉トマトで、いずれも非黄化葉巻抵抗性品種。四万十とまと: 大玉トマトのアルテオン(黄化葉巻抵抗性、従来の富丸ムーチョより変更)。
- ・**収量**: 四万十みはら菜園・ベストグロー: 大玉トマト44kg/㎡、ミニトマト(へたなし品種)20kg/㎡程度。四万十とまと: 大玉トマト42kg/㎡程度、パプリカ20kg/10a程度(昨年の初作の結果)。
- ・**選果出荷**: 四万十みはら菜園・ベストグロー: 重量・形状選果、箱詰め出荷(ミニトマト用選果装置は無いため手選果による)。四万十とまと: 重量・形状選果、箱詰め出荷(パプリカ用選果装置は無いため手選果で個包装も行う)。
- ・**販売**: 四万十みはら菜園・ベストグロー: カゴメ、地元スーパー向け等。四万十とまと: サイゼリヤ中心。

##### 2. 改善点

- ・**雨水利用**: 井水を使用していたが冬期水量不足の問題があり、2年前より雨水をベストグローの屋根より集め、300tタンクを設置し貯水している。3社用で使用。
- ・**パプリカ仕様への施設改修(四万十とまと)**: 栽培施設の半分でベンチ高を下げ、ベンチ下にあった送風ダクトを天井部に移設するなどし、パプリカ栽培用の区画に。合わせて防虫ネット(0.4mm目合い)をパプリカ区画とトマト区画の天窓に展開。
- ・**パプリカ栽培への取り組み(四万十とまと)**: 新規の取り組みで、県内のパプリカ農場を訪問し情報を得て、生育調査も行い、栽培を開始。昨年の初作では作業遅れが発生したが今年はない。

#### (3) 生産管理・作業管理の概要

##### 1. 概要

- ・社員:四万十みはら菜園・ベストグロウ:17名。四万十とまと:6名。
- ・パート従業員:四万十みはら菜園・ベストグロウ:35名(含む準社員)、パート時給は最低賃金で900円弱、他に春先繁忙期に短期採用で補充。四万十とまと:20名。
- ・外国人技能実習生:四万十みはら菜園・ベストグロウ:1名(フィリピン人)。
- ・特定技能:四万十みはら菜園・ベストグロウ:5名(フィリピン人)。
- ・農福連携:四万十みはら菜園で障がい者1名を雇用。
- ・作業記録:Priva FS PerformanceによるICタグを用いた作業記録。
- ・作業体制:四万十みはら菜園・ベストグロウ:週会議で作業と収量の計画実績を担当班長が報告し検討を行う。上位と下位レベルの作業目標値を設定。四万十とまと:週単位出荷予定に合わせたシフト組を実施。

## 2.改善点

- ・トマトとパプリカの作業体制構築(四万十とまと):パプリカもトマトも同じ担当者が誘引作業を行う。パプリカは伸長が遅くトマトの半分程度の人数で済む。パプリカは選果に時間がかかり、収穫と選果を同じ担当で行う。トマトで使用したベンチの高さを下げ、2段分の着果を確保(黄色系など品種により天井についたものもあった)。

### (4)環境制御・エネルギー管理の概要

- ・環境制御:Priva Connex (Priva 製)による環境制御。
- ・エネルギー管理:ハイブリッド温湯暖房(おが粉ボイラー:130万kcal/h×3台+LPGボイラー:80万kcal/h×6台)、LPGボイラー排ガス(クーリングタワー併用)、または生ガス施用装置によるCO<sub>2</sub>施用。
- ・化石燃料削減:おが粉生産が赤字続きにより供給が停止したことにより、今後化石燃料の削減が厳しい状況。
- ・高温対策:四万十みはら菜園・ベストグロウ:遮熱剤利用、細霧冷房は湿度75%未満で動作等の設定を行う。四万十とまと:防虫ネット追加の影響は晴れでは以前と同様で、曇りでは室温上昇に対し換気が抜けにくい状況。

### (5)その他

- ・増水による浸水被害:四万十みはら菜園・ベストグロウ:2年前の9月に大雨により70~80cmまで周囲が増水し、サイド被覆が破れ内部に40cm~50cm浸水。グランドシートの張替え、浸水によるファンや台車の被害、粘土質の泥の清掃処理、病気による被害も翌7月まで継続。漂流物がサイド被覆に当たらないように、今はネットを張っている。四万十とまと:川下側で被害は少なく、高圧洗浄機による清掃と、一部でファンの交換があった。



図1 ミニトマト栽培(四万十みはら菜園)(2023年8月23日撮影、以下同様)



図2 大玉トマト栽培(四万十とまと)



図3 パプリカ栽培(四万十とまと)

栽培ベンチの高さを下げ、天井部に送風ダクトを移設

※本章は、2023年8月23日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果をもとに執筆した。改善点については、前回の現地調査(2019年11月18日)以降に行われたものを抽出した。



### 3.9 次世代施設園芸宮崎県拠点

#### (1)概要

JA 宮崎中央が事業主体、子会社の(有)ジェイエイファームみやざき中央が運営主体である。30～54a の丸屋根型低コスト耐候性ハウス(軒高 2.5m、間口 5.4m、奥行 90m、11 連棟(約 54a)×2 棟、10 連棟(約 49a)×5 棟、6 連棟(約 30a)×2 棟)の計 9 棟(合計 4.1ha)を国富町向高地区に整備し、2015 年 9 月よりピーマン養液土耕栽培(目標単収:15.0kg/m<sup>2</sup>)、10 月よりキュウリ養液土耕栽培(同 25kg/m<sup>2</sup>)を開始した。また接ぎ木養生施設を備えた育苗施設を整備し、自家育苗を行う。現在は一部ハウスで新規就農者向け研修を行う。

#### (2)生産・出荷の概要

##### 1. 概要

- ・**作型:**キュウリ:摘心栽培年 2 作型(研修用ハウスの一部ではつるおろし栽培)。ピーマン:促成栽培と夏秋栽培(キュウリ後作)。昨年の栽培面積:キュウリ 1.5ha、研修のキュウリ 80a、促成ピーマン 1.1ha、夏秋ピーマン 80a。
- ・**品種:**キュウリ:常翔 661、MT フェニックス。ピーマン:京まつり、宮崎グリーン
- ・**収量:**キュウリ:2 作合計で 25.9kg/m<sup>2</sup>。ピーマン:促成栽培 12.4kg/m<sup>2</sup>、夏秋栽培 4.9kg/m<sup>2</sup>
- ・**選果出荷:**キュウリ:ハウスでの手選果と 5kg 箱詰め、宮崎県経済連出荷場への出荷。ピーマン:JA 宮崎中央選果場へのコンテナ出荷。
- ・**販売:**キュウリ:市場販売。ピーマン:契約販売。

##### 2.改善点

- ・**作型変更(キュウリ):**つるおろし栽培より摘心栽培年 2 作型に変更し、収穫は途切れなく収量も増加。黄化えそ病等の病害が発生しても一度リセットされる。つるおろし栽培では作業遅れを取り戻すのに時間を要したが、摘心栽培では遅れを早期に取り戻している。早い段階で下枝を整理し上の位置で収穫でき、計画通りの収穫を行っている。
- ・**作型変更(ピーマン):**技能実習生の外国人が入国できずハウスが空く時期があった。その後、1 月に再入国があり、燃料費削減もありピーマン夏秋栽培を開始、促成栽培と合わせ収穫は途切れない。
- ・**天敵栽培への移行:**ピーマン栽培で、スワルスキー、アフィパール、カメノコ S、タバコカスミカメの 4 種類を利用中。農薬散布回数が月 1 回となり、地域へも広がる。
- ・**新規就農者等の研修実施:**2021 年より研修を開始、昨年 8 月より 1 年間のキュウリ栽培の研修を 11 名で実施。就農先もおおむね決まり、営農計画や資金調達計画を立案中。研修生は新規就農希望者(一部後継者)で、土地確保からサポート。ハウス新設費が上昇する中、今後は研修期間 2 年に変更予定。研修生の年齢は平均 35 歳。

#### (3)生産管理・作業管理の概要

- ・**社員:**4 名
- ・**パート従業員:**28 名(うち外国人技能実習生(特定技能)17 名、インドネシア人とミャンマー人)

・作業体制:3 班体制(促成ピーマン、夏秋ピーマン、キュウリ)で、流動的に運用し、月単位でメンバーを変更。各ハウスの責任者は社員と年間雇用者(パートリーダー)が担う。

#### (4)環境制御・エネルギー管理の概要

・環境制御: Akisai(富士通製)による各ハウス別制御(木質ペレット暖房機、谷換気、二層カーテン、側窓換気、細霧冷房、循環扇、CO<sub>2</sub>濃度)。換気状況による乾燥の防止のため、ミスト噴霧の自動制御を実施。

・エネルギー管理: 木質ペレット暖房機(100,000kcal/h×41 台)で温風暖房を行っていたが、故障・修繕の発生により重油暖房機 7 台を新たに導入。

・化石燃料削減: 夏秋ピーマンを増やし暖房費節減。キュウリ栽培では灯油燃焼による CO<sub>2</sub> 施用をやめる。

・高温対策: 夏秋ピーマンではハウス天井に散水し室温が 2-3℃低下。細霧冷房を間欠で運転。



図 1 夏秋ピーマン栽培(2023 年 6 月 30 日撮影、以下同様)



図 2 キュウリ栽培(収穫終了直前)

※本章は、2023 年 6 月 30 日に実施したスマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査の結果、および 2023 年 11 月 10 日に実施した次世代施設園芸拠点情報交換会をもとに執筆した。改善点については、前回の現地調査(2022 年 6 月 24 日)以降に行われたものを抽出した。

令和5年度みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち  
スマート農業の総合推進対策のうちデータ駆動型農業の実践・展開支援事業  
(スマートグリーンハウス展開推進)

**事業報告書(別冊2)**

**スマートグリーンハウス転換の手引き～導入のポイントと優良事例～**

令和6年3月発行

一般社団法人日本施設園芸協会

〒103-0004 東京都中央区東日本橋3-6-17 山一ビル4階